МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ – ЛЕСНОМУ КОМПЛЕКСУ РОССИИ

Материалы XXII Всероссийской
(национальной) научно-технической конференции
студентов и аспирантов

Электронное издание

Екатеринбург
УГЛТУ
2026

УДК 630(063)
ББК 43я43
Н34

Члены оргкомитета:

В. В. Фомин, проректор по научной работе и инновационной деятельности УГЛТУ, д-р биол. наук, доцент (председатель оргкомитета); А. Г. Магасумова, начальник Управления научно-инновационной деятельностью УГЛТУ, канд. с.-х. наук, доцент (зам. председателя); Л. В. Малютина (ответственный секретарь); Н. П. Бунькова, канд. с.-х. наук, доцент; В. Н. Луганский, канд. с.-х. наук, доцент; А. В. Мялицин, канд. техн. наук; О. А. Пыталева, канд. техн. наук; С. П. Санников, канд. техн. наук, доцент; С. А. Чудинов, доктор техн. наук, доцент; А. В. Артёмов, канд. техн. наук, доцент; А. В. Чевардин, канд. ист. наук.

Н34 **Научное творчество молодежи – лесному комплексу России** : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. – 38,0 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

ISBN 978-5-94984-981-1

Сборник материалов научно-технической конференции включает статьи, которые раскрывают вопросы ведения лесного хозяйства и природопользования, применения ресурсосберегающих, биотехнологий и химических технологий в промышленности. Помимо этого, рассмотрены вопросы моделирования и автоматизации технических систем, производственных процессов, а также проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, мостов и тоннелей. Отдельно вынесены на рассмотрение вопросы обеспечения безопасности функционирования транспортных систем и решения социально-экономических, управленческих и гуманитарных проблем лесного комплекса. Впервые в сборник включены материалы по изучению роли систем искусственного интеллекта в науке, промышленности и образовании.

Сборник знакомит обучающихся с результатами научных исследований и разработок сверстников из российских образовательных организаций.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630(063)
ББК 43я43

Ответственный за выпуск – Л. В. Малютина

ISBN 978-5-94984-981-1

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2026

Лесное хозяйство
и природопользование

Научная статья
УДК 712.413

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В ГОРОДСКИХ ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДКАХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Куаныш Базарович Абишев[1], Анастасия Владимировна Демидова[2] Ирина Владимировна Шевелина[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] 1kuanysh1@mail.ru
[2] dnastay03@gmail.com
[3] shevelinaiv@m.usfeu.ru

Аннотация. Определен балл категории санитарного состояния у деревьев тополя бальзамического в озеленительных посадках города Екатеринбурга. Было обследовано семь участков в четырех районах города. Средний балл категории санитарного состояния деревьев на исследуемых участках изменяется в диапазоне от 1,8 до 2,7.

Ключевые слова: тополь бальзамический, городские озеленительные посадки, категория санитарного состояния

Для цитирования: Абишев К. Б., Демидова А. В., Шевелина И. В. Санитарное состояние деревьев тополя бальзамического в городских озеленительных посадках города Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 4−7.

Original article

SANITARY CONDITION OF BALSAM POPLAR TREES IN URBAN GREEN SPACES IN EKATERINBURG

Kuanysh B. Abishev[1], Anastasia V. Demidova[2], Irina V. Shevelina[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] 1kuanysh1@mail.ru
[2] dnastay03@gmail.com
[3] shevelinaiv@m.usfeu.ru

Abstract. The score of sanitary condition category of balsam poplar trees in green space in the city of Ekaterinburg has been determined. 7 sites in 4 districts

© Абишев К. Б., Демидова А. В., Шевелина И. В., 2026

of the city were surveyed. The average score of the category of sanitary condition of trees in the researched areas varies from 1.8 to 2.7.

Keywords: balsam poplar, urban green spaces, sanitary condition category

For citation: Abishev K. B., Demidova A. V., Shevelina I. V. (2026) Sanitarnoe sostoyanie derev`ev topolya bal`zamicheskogo v gorodskix ozelenitel`ny`x posadkax goroda Ekaterinburg [Sanitary condition of balsam poplar trees in urban green spaces in Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 4–7. (In Russ).

Городские озеленительные насаждения формируют зеленый каркас города и тем самым обеспечивают благоприятные условия для жизни населения [1, 2]. Городские озеленительные посадки представлены искусственными, равномерно размещенными по площади насаждениями, выполняющими санитарно-гигиенические, пылеулавливающие, шумоподавляющие, рекреационные и декоративно-эстетические функции, способствующими снижению концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, регулирующими климат и повышающими качество городской среды [3].

Тополь бальзамический получил большую популярность в озеленении городов в советское время благодаря быстрому росту, большому объему кроны и относительной устойчивости к загрязнениям [4, 5]. С возрастом у деревьев данного вида происходит отмирание ветвей в кроне, и тем самым ухудшается их эстетическая привлекательность и повышается опасность для граждан и автотранспорта [6].

Целью данного исследования явилось изучение санитарного состояния деревьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в городских озеленительных посадках Екатеринбурга.

В ходе исследования были изучены деревья на семи участках, расположенных в четырех административных районах города: Ленинском, Октябрьском, Кировском и Железнодорожном.

У каждого дерева определен балл категории санитарного состояния [7]. Для этого визуально осматривались кроны и стволы деревьев, особое внимание уделялось наличию сухих сучьев, водяных побегов, повреждений ствола и болезней.

Насаждения на наших объектах были представлены рядовыми посадками вдоль автомобильных дорог (участки 2–7) и в парке (участок 1). Деревья тополя на участках не подвергались ранее процедуре обрезки вершины.

На всех участках у деревьев отмечено наличие сухих ветвей в кроне (рис. 1, *а*), процент которых доходил иногда до 50. Также часто встречались механические повреждения ствола деревьев, такие как обдир коры, вмятины

от проводов и др. Были экземпляры со слабой и сильной ажурностью кроны, редкой и мелкой листвой. На всех участках у некоторых деревьев наблюдались морозобойные трещины разных размеров (рис. 1, *б*). У деревьев участка 5 были обнаружены галлы на ветвях (рис. 1, *в*).



а *б* *в*

Рис. 1. Пороки тополя бальзамического на участках:
а – сухие ветви (участок 6); *б* – морозобойная трещина (участок 4);
в – галлы на ветвях (участок 5)

Распределение деревьев по категориям санитарного состояния представлено на рис. 2.

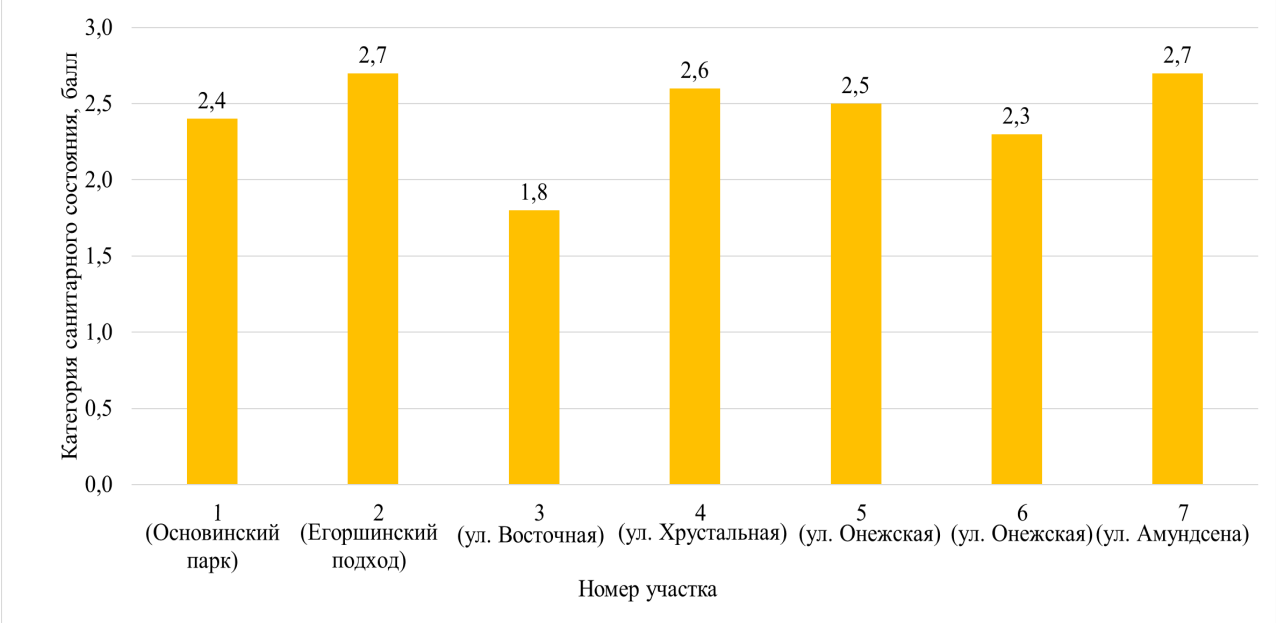


Рис. 2. Категория санитарного состояния тополя бальзамического
в городских озеленительных посадках

Средний балл категории санитарного состояния деревьев по исследуемым участкам изменяется в диапазоне от 1,8 (участок 3) до 2,7 (участки 2 и 7). Средний балл категории санитарного состояния по всем участкам составляет 2,4.

Результаты исследования показали, что санитарное состояние деревьев тополя бальзамического в городских озеленительных посадках оценивается на большинстве участков как ослабленное и сильно ослабленное.

К числу наиболее часто встречающихся признаков ослабления у деревьев на данных участках были отнесены сухие ветви в кроне и механические повреждения стволов.

Список источников

1. Лопатин М. В., Сродных Т. Б. Состояние насаждений больничных комплексов города Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4 (91). С. 47–54.

2. Сродных Т. Б., Протазанова П. С., Морозова Д. Н. Скверы в современной жилой застройке в Академическом районе Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 69–80.

3. Дьячкова О. Н. Принципы стратегического планирования развития «зеленой» инфраструктуры городской среды // Вестник МГСУ. М., 2021. С. 1045–1064.

4. Медведева Е. Ю., Кайзер Н. В., Сродных Т. Б. Роль представителей рода Populus в озеленении Екатеринбурга // Ландшафтная архитектура: традиции и перспективы – 2022 : материалы I Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург, 2022. С. 109–114.

5. Крекова Я. А., Залесов С. В., Соловьева М. В. Ассортимент древесных растений, используемых в зеленом строительстве в северной части Казахстана // Леса России и хозяйство в них. Екатеринбург, 2020. № 3 (74). С. 27–36.

6. Гарус И. А., Рунова Е. М., Орлова Ю. В. Оценка состояния тополя бальзамического (*Populus Balsamifera* L.) в зеленых насаждениях Братска // Природообустройство. М., 2023. № 4. С. 103–109.

7. Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 года № 2047 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: http://consultant.ru (дата обращения: 19.11.2025).

Научная статья
УДК 630*237.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ДЕРЕВЬЕВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Даниил Викторович Аверин[1], Дарья Михайловна Корякина[2]
[1, 2] Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, Вологда, Россия
[1] sharoman.averin@mail.ru
[2] koryakina.dary@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается значимость удобрений и стимуляторов роста для оптимального развития древесных растений. Приведены примеры их положительного влияния на рост посадочного материала и продуктивность лесных насаждений.

Ключевые слова: минеральные удобрения, органические удобрения, стимуляторы роста, посадочный материал

Для цитирования: Аверин Д. В., Корякина Д. М. Использование удобрений и стимуляторов роста при выращивании деревьев и эффективность их применения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 8−12.

Original article

THE USE OF FERTILIZERS AND GROWTH STIMULATORS IN THE CULTIVATION OF TREES AND THE EFFECTIVENESS OF THEIR USAGE

Daniil V. Averin[1], Daria M. Koryakina[2]
[1, 2] Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, Vologda, Russia
[1] sharoman.averin@mail.ru
[2] koryakina.dary@yandex.ru

Abstract. The article discusses the importance of fertilizers and growth stimulators for the optimal development of woody plants. Examples of their positive influence on the growth of planting material and productivity of forest plantations are provided.

© Аверин Д. В., Корякина Д. М., 2026

Keywords: mineral fertilizers, organic fertilizers, growth stimulators, planting material

For citation: Averin D. V., Koryakina D. M. (2026) Ispol`zovanie udobrenij i stimulyatorov rosta pri vy`rashhivanii derev`ev i e`ffektivnost` ix primeneniya [The use of fertilizers and growth stimulators in the cultivation of trees and the effectiveness of their usage]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 8–12. (In Russ).

Воспроизводство лесов требует использования качественного посадочного материала с закрытой корневой системой, эффективных агротехнических и лесоводственных методов, а также выбора пород, обеспечивающих быстрый рост древесной массы. Для нормального развития растений необходим баланс солнечного света, тепла, питательных веществ и многих других природных условий. В частности, плодородие почвы имеет важное значение. Поэтому для обеспечения оптимального роста и здоровья деревьев необходимо вносить специальные добавки – удобрения и стимуляторы роста.

Существуют два основных типа удобрений: минеральные и органические. Минеральные удобрения изготавливаются искусственно и поставляются в виде растворов или твердых соединений. Они бывают простыми, содержащими один элемент питания (например, азот, фосфор, калий, магний), и комплексными, включающими смесь макро- и микроэлементов. Наиболее распространены три группы минеральных удобрений:

N-удобрения. Азот важен для формирования зеленых частей растения, включая листья и побеги. В отечественной практике чаще всего используют именно эти удобрения, так как большинство лесных почв, особенно занятых сосновыми насаждениями, бедны азотом [1]. Из N-удобрений предпочтение отдается аммиачной селитре ($N_{аа}$) и мочевине ($N_{м}$).

P-удобрения. Фосфор влияет на формирование корневой системы, цветение и плодообразование. Чаще всего применяют суперфосфаты простой, двойной и фосфат-сырец [1]. Апатиты, измельченные до состояния тонкого порошка, медленно растворяются, что позволяет обеспечить растение долгосрочным источником минерального питания.

K-удобрения. Калий усиливает сопротивляемость деревьев к холоду, жаре и засухе, поддерживает нормальный обмен веществ и стабилизирует водный баланс. Чаще всего применяют хлористый калий, калийную соль и сульфат калия [1]. В Канаде азот вносили в виде $N_{м}$, фосфор – в виде тройного суперфосфата, калий – в виде хлорида калия [2].

Органические удобрения в свою очередь получают из природных компонентов животного (перегной, навоз, костная мука) или растительного

происхождения (компосты, зеленые удобрения). Такие удобрения постепенно высвобождают питательные вещества, восстанавливают микрофлору почвы и способствуют поддержанию естественного баланса. Например, хороший эффект оказывает внесение торфа, птичьего помета или компоста.

В дополнение к традиционным удобрениям широко применяются стимуляторы роста. Они улучшают лабораторную и грунтовую всхожесть семян, ускоряют рост растений, повышают урожайность культур и защищают их от негативных факторов, таких как засоление, избыток нитратов и удобрений в почве, а также недостаток влаги [3]. Эти препараты также увеличивают засухо- и морозостойкость растений. Одними из наиболее применяемых комплексных стимуляторов роста являются:

– гиббереллины (ускоряют рост органов растений (удлиняют стебель) и усиливают плодообразование);

– индолилуксусная кислота, (участвует в процессе деления клеток и дифференциации тканей);

– экстракты водорослей, (обеспечивают защиту от стресса, вредителей и болезней).

Эффективность применения удобрений зависит от конкретных природных и агротехнических условий: оптимальности доз удобрений, а также от сроков и способов их внесения.

При этом следует помнить о том, что при неправильном применении удобрения могут привести к отрицательным последствиям, таким как:

– неоправданные экономические затраты;

– ухудшение качества продукции;

– загрязнение почв, водоемов, грунтовых вод нитратами и тяжелыми металлами.

При внесении удобрений необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на эффективность агрохимических мероприятий [4].

Во-первых, следует учитывать древесную породу и стадию ее развития, определяющие физиологические потребности растения в тех или иных питательных веществах. Например, молодое дерево нуждается в дополнительном получении азота для быстрого наращивания зеленой массы, а взрослому растению, в свою очередь, необходимо повышенное содержание фосфора и калия для лучшего созревания плодов и обеспечения прочности скелетных ветвей в период плодоношения.

Во-вторых, огромное значение имеет химический состав и агрофизические свойства почвы. Грунт выступает основой, в которой находятся корни, поглощающие питательные вещества. Химический состав почвы характеризует наличие доступных форм питательных элементов, кислотность, содержание органических веществ и микроорганизмов. От агрофизических характеристик, таких как структура почвы, водопроводимость и воздухопроницаемость, зависит всасываемость удобрений корнями растений. Недостаточная или избыточная плотность почвы, избыток или дефицит влаги снижает эффективность усвоения питательных веществ растением.

В-третьих, погодные условия. На скорость потребления питательных веществ и протекание биологических процессов влияют: температура воздуха и почвы, уровень осадков и интенсивность солнечного излучения. Высокие температуры ускоряет разложение органических веществ, при этом усвоение минеральных веществ делает последние более доступными. При низких показателях температур происходит замедление биохимических процессов, что ведет плохому усвоению. В то же время, низкие температуры замедляют биохимические реакции, затрудняя усвоение удобрений. При недостаточном количестве влаги доступность питательных веществ приводит к резкому их усвоению, а избыток влаги способствует вымыванию удобрений из почвы.

При всех имеющихся факторах, влияющих на эффективность агротехнических мероприятий, следует учитывать потребности конкретной древесной породы. Особенности древесной породы определяет чувствительность растений к различным видам удобрений, скорости роста и продуктивности. Физиологически уравновешенным оптимальным соотношением N : P : K для хвойных пород является – 1,0 : 0,85 : 1,12 [3]. Игнорирование индивидуальных особенностей растений может привести к неоптимальному развитию дерева и низкой отдаче от вложений в удобрения.

Применение удобрений возможно на разных стадиях роста и развития древесной растительности. В частности, в лесных питомниках их применяют для выращивания высококачественного посадочного материала. Так, применение удобрения пролонгированного действия Basacote 6M при выращивании можжевельника обыкновенного позволяет увеличить средние показатели высоты посадочного материала на 52,88 %, длины боковых побегов на 44,3 %, диаметра на 54,4 %, а приживаемость удобряемого посадочного материала увеличивается на 7 % по сравнению с контролем и составляет 95 % [5].

В молодняках, особенно на стадии жердняка, внесение минеральных удобрений снижает конкуренцию и способствует выживанию ослабленных растений. В 13-летних сосняках, произраставших на супесчаной подзолистой почве, через 3 года после внесения N-удобрений объем древесины увеличивался на 16–31 %, а масса хвои – на 12–15 %. Применение дополнительных питательных веществ в средневозрастных и спелых древостоях может стимулировать их затухающий рост. Также удобрения усиливают плодоношение и повышают устойчивость насаждений к заболеваниям и повреждениям насекомыми [2].

Таким образом, комплексный подход к учету всех перечисленных факторов позволяет разработать схемы внесения удобрений, гарантирующие максимальную продуктивность и устойчивое развитие древесных насаждений. Что неоднократно подтверждается научными и практическим исследованиями.

Опыт применения удобрений и стимуляторов роста открывает новые возможности для увеличения продуктивности садово-парковых и лесных хозяйств. Важно отметить следующее:

1. Оптимальное сочетание органических и минеральных удобрений обеспечивает максимальный положительный эффект на рост и развитие растений.

2. Регулярное внесение микроудобрений улучшает физиологическое состояние деревьев и защищает их от болезней.

3. Применение специальных добавок и стимуляторов роста способно усилить рост и продуктивность даже старовозрастных деревьев.

4. Избыточное внесение приводит к снижению устойчивости растений, ухудшению почвенного плодородия, экологическому загрязнению и неравномерному росту древесной массы.

Полученные данные формируют предпосылку для выполнения экспериментальных научных исследований по оценке влияния комплексных удобрений на рост и развитие различных видов древесных растений.

Список источников

1. Победов С. В., Булавик И. М., Лебедев Е. А. Справочник по удобрениям в лесном хозяйстве. 2-е изд. М. : Агропромиздат, 1986. 172 с.

2. Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве и углеродный бюджет лесов / Д. Г. Щепащенко, Л. В. Мухортова, О. В. Мартыненко [и др.] // Агрохимия. 2023. № 9. С. 81–96.

3. Романчук А. В., Юреня А. В. Применение комплексного минерального удобрения пролонгированного действия «Баказот 6М» в посевном отделении сосны обыкновенной лесных питомников // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 60–66.

4. Острошенко В. Ю. История изучения и применения стимуляторов (регуляторов) роста в лесном хозяйстве // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур : сборник трудов по материалам V международной научно-практической конференции, Хабаровск, 04 мая 2016 года. Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2016. С. 81–84.

5. Трещевская Э. И., Цепляев А. Н. Применение удобрения пролонгированного действия при выращивании посадочного материала по системе pot-in-pot // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2017. № 4. С. 48–55.

Научная статья
УДК 630*4

ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В УСЛОВИЯХ ИХ УСЫХАНИЯ

Татьяна Николаевна Агафонова
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
t1616a@gmail.com

Аннотация. В ходе изучения санитарного состояния еловых древостоев были выявлены основные вредители и болезни леса. Отмечается, что основной причиной ослабления ельников является засуха 2010 г., которая вызвала размножение короеда-типографа. К усыханию пихты привело появление в регионе уссурийского полиграфа.

***Ключевые слова**:* санитарное состояние, короед-типограф, уссурийский полиграф, грибные болезни

Для цитирования: Агафонова Т. Н. Основные болезни и вредители еловых древостоев Удмуртской Республики в условиях их усыхания // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 13−17.

Original article

MAIN DISEASES AND PESTS OF SPRUCE STANDS IN THE UDMURT REPUBLIC IN THE CONDITIONS OF THEIR DRYING OUT

Tatiana N. Agafonova
Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
t1616a@gmail.com

Abstract. During a research of the sanitary condition of spruce stands, the main pests and diseases of the forest were identified. It was noted that the main cause of the weakening of the spruce stands was the 2010 drought, which caused the proliferation of European spruce bark beetle. The fir decline was caused by the introduction of Sakhalin-fir bark beetle to the region.

***Keywords**:* sanitary condition, European spruce bark beetle, Sakhalin-fir bark beetle, fungal diseases

For citation: Agafonova T. N. (2026) Osnovny`e bolezni i vrediteli elovy`x drevostoev Udmurtskoj Respubliki v usloviyax ix usy`xaniya [Main diseases and

© Агафонова Т. Н., 2026

pests of spruce stands in the Udmurt Republic in the conditions of their drying out]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 13–17. (In Russ).

Ельники играют ключевую роль в экосистемах умеренного и северного климатических поясов. Они не только являются источником древесины, но и выполняют важные природоохранные функции: регулируют водный баланс, поддерживают биоразнообразие, влияют на климат. Однако эти леса подвержены множеству угроз, включая болезни, вредителей, антропогенное воздействие и климатические изменения. Изучение насекомых-вредителей и грибных болезней является не просто узкой специализацией в лесоводстве, а фундаментальной основой для точной и своевременной диагностики санитарного состояния древостоя.

Прежде всего, насекомые-вредители и грибные патогены являются индикаторами изменения состояния древостоев. Часто их массовое размножение – это не причина, а следствие ослабленности лесов. Засухи, загрязнение воздуха, почвенная эрозия, антропогенная нагрузка – все эти факторы ослабляют иммунитет деревьев [1, 2]. Ослабленное дерево становится легкой добычей для короедов, усачей, трутовиков и опят, которые в здоровом насаждении играют роль санитаров, утилизирующих отмершую древесину. Таким образом, вспышка численности стволовых вредителей, таких как короед-типограф, – это яркий сигнал о том, что лес болен на системном уровне. Изучая динамику популяций вредителей, лесопатологи могут не только констатировать текущие проблемы, но и прогнозировать будущее ухудшение состояния древостоев [3–5].

Одним из основных биотических факторов усыхания еловых лесов являются вредители, такие как короеды и усачи. Эти насекомые повреждают кору и древесину деревьев, что приводит к нарушению транспортировки питательных веществ и воды. Например, массовое размножение короеда-типографа (*Ips typographus* L.) в последние годы стало причиной значительного усыхания еловых насаждений в Удмуртской Республике [6].

Изучение видового состава и частоты встречаемости насекомых вредителей и дереворазрушающих грибов проводилось на пробных площадях (0,25 га), заложенных в основных типах леса Удмуртской Республики.

Плотность заселения короедами старого сухостоя определить было сложно в связи с повреждением ходами личинок усачей и златок. Свежий сухостой редко повреждается трутовыми дереворазрушающими грибами. В дальнейшем в комлевой части погибшего ствола ели многочисленно представлен окаймленный трутовик (*Fomitopsis pinicola* Fr.) (во всех типах леса), реже встречается комлевой трутовик на ели (в основном в ельнике черничном и зеленомошном). На валежной древесине ели видовое разнообразие дереворазрушающих грибов увеличивается, появляются: кожистая губка

на ели (*Hirschioporus abietinus* (Dicks.) Donk), на корнях ветровальных трутовик розовый (*Fomitopsis rosea* (Alb. et Schw. ex Fr.) Karst.), опенок осенний (Armillaria mellea (Vahl.) P. Kumm.), трутовик плоский (Ganoderma applanatum (Pers.) Pat.).

Основной лесообразующей породой на исследуемых участках является ель обыкновенная, подвергшаяся массовому усыханию в течение длительного периода, определяющим фактором которого являются многочисленные вылетные отверстия с капельками засохшей живицы. В первую очередь идет заселение ствола дерева в его нижней и средней части. В вершинной части ствола шло заселение вершинным короедом и короедом-гравером. Идентификация короедов, в основном короеда-типографа (*Ips typographus* Linnaeus), проходила по рисунку ходов [7]. Вторичное заселение сухостойной ели проходило черными еловыми усачами (*Monochamus sartor* F.), личинки которых оставляли под корой беспорядочные ходы, а также вылетные отверстия в коре взрослыми насекомыми. Короеды и усачи при повреждении коры, луба и частично древесины создавали условия для развития деревоокрашивающих грибов.

Сопутствующей породой в ельниках является пихта сибирская, которая в последние годы подвержена массовому нападению уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford), образующие очаги массового поражения и усыхания пихты. Он не является индикатором ослабления дерева, как короед-типограф, проявляет себя как карантинный вредитель, т. к. является инвазивным видом в Средней и Южной тайге. В условиях Предуралья, до появления полиграфа уссурийского, основным видом, повреждающим древесину пихты сибирской, являлся черный пихтовый усач (*Monochamus urussovi* Fischer von Wandheim). Пихтовая живица (пихтовый бальзам) является мощным защитным и отпугивающим средством дерева для многих вредных насекомых [8], но не для полиграфа уссурийского. Признаками его активного заселения дерева является обильное смолотечение на поверхности коры. Плотность заселения очень высокая – 450–500 маточных ходов на 1 м^2 поверхности ствола (количество личинок в одном маточном ходе 30–40 шт.).

Многочисленное повреждение пихты на изучаемых площадях чаще всего наблюдалось на стволах при ступени толщины от 20 см и выше. В ельнике разнотравном обнаружена куртина из четырех деревьев пихты диаметров от 8 до 12 см, поврежденных полиграфом уссурийским (единичный случай). Усохшие деревья пихты диаметром менее 12 см встречались без признаков повреждения полиграфом.

Для определения степени заселения насекомыми-вредителями ствола дерева закладывались кольцевые палетки (рисунок) на стволе поврежденного дерева длиной 1 м в комлевой части дерева на втором метре в зоне толстой коры, средней части – на шестом метре в зоне переходной коры и в верхней части на десятом метре в зоне тонкой коры [9].

Видовой состав дереворазрушающих грибов определялся визуально по плодовым телам [10]. Редко встречается в комлевой части дерева трутовик Гартига (*Phellinus hartigii* (All. et Schnab.) Bond.), опенок осенний (Armillaria mellea (Vahl.) P. Kumm.). На валеже редко встречается вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Jacq) P. Kumm).



Круговая палетка на ели 6 м от комля

Некоторые виды гнилей из корней переходят в ствол, поражая комлевую, а иногда и большую часть ствола, приводят к значительным потерям качества деловой древесины. Среди болезней этой группы наибольшую опасность представляют гнили, вызываемые корневой губкой (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.), опенком осенним (*Armillariella mellea* (Vahl. ex Fr.) и окаймленным трутовиком (*Fomitopsis pinicola* (Sw. et Fr.) Karst.). Менее распространены гнили корней, вызываемые трутовиком Швейница (*Phaeolus Schweinitzii* (Fr.) Pat.). Выявлено, что в Удмуртии наиболее распространенными болезнями хвойных насаждений являются: корневая губка (*Heterobasidion annosum*), комлевой еловый трутовик (*Polysticyus circinatus* (Fr.) Karst. *var. triqueter Bres*.), трутовик Гартига (*Phellinus hartigii* (All. et Schnab.) Bond.), еловая губка (*Phellinus pini var. abietis* (Karst.), опенок осенний, трутовик Швейница. Из них наиболее вредоносными в ельниках являются корневая губка, еловая губка, комлевой еловый трутовик [11].

Значительное снижение защитных функций ели после длительной засухи 2010 г. привело к возникновению очагов массового размножения короеда-типографа, выступающего в качестве индикатора устойчивости дерева.

Таким образом, проведение мониторинга состояния лесов и своевременное проведение санитарно-оздоровительных мероприятий значительно снизят угрозу распространения вредителей, образования очагов и увеличения площадей поражения насекомыми и грибными болезнями еловых насаждений.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Хвойные насаждения Удмуртской Республике существенно пострадали от насекомых-вредителей после засухи 2010 г.

2. Среди основных вредителей ели можно выделить короеда-типографа, а пихты – уссурийского полиграфа.

3. Помимо насекомых деревья ели и пихты поражаются грибными болезнями. При этом споры грибов нередко переносят насекомые.

4. Основными способами улучшения санитарного состояния елово-пихтовых насаждений Республики Удмуртия являются проведение систематического мониторинга и оперативное проведение санитарных мероприятий.

Список источников

1. Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтегазодобычи / И. В. Ставишенко, С. В. Залесов, Н. А. Луганский [и др.] // Экология. 2002. № 3. С. 175–184.

2. Ставишенко И. В., Залесов С. В. Флора и фауна природного парка «Самаровский чугас». Ксилотрофные базидиальные грибы. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 104 с.

3. Залесов С. В., Колтунов Е. В., Лапшефцев Р. Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 56–58.

4. Залесов С. В., Колтунов Е. В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрный вестник Урала. 2009. № 1. С. 73–75.

5. Колтунов Е. В., Залесов С. В., Демчук А. Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки // Аграрный вестник Урала. 2011. № 4 (87). С. 43–46.

6. Потапова С. А. Исследование фитосанитарного состояния еловых насаждений на примере Завьяловского лесничества Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 39–41.

7. Падий Н. Н. Краткий определитель вредителей леса. М. : Лесная промышленность, 1979. С. 240.

8. Коростелев А. С., Залесов С. В., Годовалов Г. А. Недревесная продукция леса. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 480 с.

9. Маслов А. Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. М. : ВНИИЛМ, 2010. С. 138.

10. Журавлев И. И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. М. : Лесная промышленность, 1979. С. 247.

11. Соловьева М. В., Бердинских С. Ю. Болезни ельников Удмуртии // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию научное обеспечение : материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2012. С. 302–305.

Научная статья
УДК 581.5

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОБЕГОВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ

Татьяна Максимовна Антонова[1], Анастасия Максимовна Овдина[2], Евгения Викторовна Лисотова[3]
[1–3] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] antonovatatyanka2003@gmail.com
[2] artbykris129@gmail.com
[3] lisotovaev@yandex.ru

Аннотация. Исследованы биометрические показатели побегов липы мелколистной в различных функциональных зонах г. Красноярска. Установлено, что комплексное воздействие рекреации и автотранспортного загрязнения наиболее угнетает ростовые процессы. Показана высокая информативность морфометрического анализа для оценки состояния городской растительности.

Ключевые слова: липа мелколистная, биоиндикация, техногенная среда, биометрические показатели, урбоэкосистемы

Для цитирования: Антонова Т. М., Овдина А. М., Лисотова Е. В. Влияние техногенной среды города Красноярска на морфометрические характеристики побегов липы мелколистной // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 18−22.

© Антонова Т. М., Овдина А. М., Лисотова Е. В., 2026

Original article

INFLUENCE OF THE TECHNOGENIC ENVIRONMENT OF KRASNOYARSK ON THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF SMALL-LEAVED LIME SHOOTS

Tatiana M. Antonova[1], Anastasia M. Ovdina[2], Evgeniya V. Lisotova[3]
[1–3] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] antonovatatyanka2003@gmail.com
[2] artbykris129@gmail.com
[3] lisotovaev@mail.sibsau.ru

Abstract. Biometric parameters of small-leaved lime shoots were researched in various functional zones of Krasnoyarsk. The combined impact of recreational load and vehicular pollution was found to be the most suppressive to growth. Morphometric analysis proved to be a highly informative tool for assessing the health of urban vegetation.

Keywords: small-leaved lime, bioindication, technogenic environment, biometric parameters, urban ecosystems

For citation: Antonova T. M., Ovdina A. M., Lisotova E. V. (2026) Vliyanie texnogennoj sredy` goroda Krasnoyarska na morfometricheskie xarakteristiki pobegov lipy` melkolistnoj [Influence of the technogenic environment of Krasnoyarsk on the morphometric characteristics of small-leaved lime shoots]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 18–22. (In Russ).

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) является одной из основных древесных пород, широко используемых в озеленении городов, что обусловлено ее высокими декоративными качествами и относительной устойчивостью к неблагоприятным городским условиям [1, 2]. Однако в условиях крупных промышленных центров, каким является город Красноярск, растения подвергаются комплексному воздействию негативных факторов урбанизированной среды, приводящих к угнетению их жизненного состояния и снижению функциональной эффективности. В связи с этим актуальной задачей остается подбор древесных растений, способных, с одной стороны, выживать в экстремальных условиях городской среды, а с другой – положительно влиять на нее, способствуя ее оптимизации и оздоровлению [3–5].

Использование тех или иных видов для улучшения качества городской среды возможно только при наличии информации об их биологических

особенностях и адаптационном потенциале в стрессовых условиях. Биометрические показатели годичных побегов признаны чувствительными индикаторами функционального состояния древесных растений, что делает морфометрический анализ эффективным инструментом оценки состояния городских зеленых насаждений [2, 4].

Целью настоящего исследования явилась оценка состояния липы мелколистной в различных функциональных зонах г. Красноярска на основе анализа биометрических показателей ее побегов и листьев.

В конце вегетационного периода 2025 г. был произведен сбор растительных образцов с пяти участков с разным уровнем техногенной нагрузки. Контрольный участок располагался в районе Академгородка, характеризующемся минимальным влиянием промышленных и транспортных эмиссий.

Для исследования на каждом участке было подобрано по пять модельных деревьев сходного возраста и габитуса. С каждого дерева, с четырех сторон света в нижнем ярусе кроны было отобрано по 10 типичных годичных побегов второго порядка. Для каждого годичного побега были определены следующие морфометрические показатели: длина (см), диаметр у основания (см), количество листьев на побеге (шт.), сырая и абсолютно сухая масса (г). Для листьев измерялась площадь листовой пластинки ($см^2$). Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета Microsoft Excel.

Проведенный морфометрический анализ выявил существенные различия в биометрических показателях побегов и листьев липы мелколистной между функциональными зонами города (таблица).

Биометрические показатели побегов и листьев липы мелколистной в условиях техногенной среды г. Красноярска, $X_{ср} \pm m_x$

Участки исследования	Биометрические показатели					
	Длина побега, см	Диаметр побега у основания, см	Количество листьев на побеге, шт.	Сырая масса побега, г	Сухая масса побега, г	Площадь листа, $см^2$
Академгородок (контроль)	11,9 ± 0,23	0,35 ± 0,007	5,3 ± 0,07	0,536 ± 0,011	0,335 ± 0,007	30,7 ± 0,17
Ул. Карла Маркса	9,0 ± 0,27	0,33 ± 0,011	4,2 ± 0,11	0,391 ± 0,021	0,276 ± 0,014	22,2 ± 0,16
Парк «Троя»	5,9 ± 0,29	0,25 ± 0,011	4,5 ± 0,06	0,138 ± 0,005	0,117 ± 0,004	23,9 ± 0,32
Сквер «Сибирский каторжный путь»	10,6 ± 0,11	0,26 ± 0,009	4,4 ± 0,08	0,554 ± 0,026	0,307 ± 0,014	31,6 ±0,17
Сквер «Серебряный»	9,6 ± 0,10	0,23 ± 0,005	4,4 ± 0,12	0,456 ± 0,012	0,25 ± 0,006	30,46±0,20

Наиболее благоприятные условия для ростовых процессов липы мелколистной отмечены на контрольном участке (Академгородок), где зафиксированы максимальные значения прироста побегов в длину, по диаметру и массе, а также количества листьев на побеге. Это указывает на эффективное протекание физиолого-биохимических процессов в условиях фоновой антропогенной нагрузки.

Выраженное угнетение ростовых процессов зафиксировано в парке «Троя». На данном участке показатели длины побега и его сухой массы были минимальными среди таковых всех исследуемых площадей, и относительно контрольной площади снизились на 50,5 и 65 % соответственно. Также отмечено существенное сокращение площади листа – на 22,2 % и диаметра побега у основания – на 28,6 % в сравнении с контролем. Подобная реакция, вероятно, является следствием синергетического эффекта двух факторов: интенсивной рекреационной нагрузки (уплотнение почвы, ухудшение корневого питания) и высокой концентрации поллютантов – парк примыкает к крупнейшей транспортной артерии Октябрьского района – проспекту Свободный.

Анализ данных по скверу «Сибирский каторжный путь», расположенному в правобережье Красноярска в зоне влияния промышленных выбросов, показал сокращение линейного прироста побега – на 11,1 %, его диаметра – на 25,7 %, сухой массы – на 8,4 % и числа листьев на побеге – на 24,5 % относительно контроля. Однако на данном участке зафиксирована максимальная площадь листовой пластинки, превышающая контроль на 2,8 %. Такая динамика биометрических показателей может указывать на активацию компенсаторных механизмов – в условиях стресса растение сокращает количество листьев (точек поглощения токсикантов), одновременно увеличивая их площадь для поддержания фотосинтетического потенциала.

Существенное негативное воздействие на рост и развитие побегов липы мелколистной оказывает интенсивное автотранспортное загрязнение. Так, на участке вдоль улицы Карла Маркса длина побега сократилась на 24,4 %, количество листьев – на 20,7 %, а площадь листа – на 27,7 %. Это демонстрирует классическую адаптационную реакцию растений, направленную на минимизацию поглощающей поверхности и, как следствие, снижение токсической нагрузки.

В сквере «Серебряный», окруженном транспортными потоками, также наблюдается снижение большинства биометрических показателей, хотя и менее выраженное, чем на оживленной автомагистрали (ул. К. Маркса) или при сочетанном воздействии факторов (парк «Троя»). Наиболее значительному угнетению здесь подверглись диаметр побега и его сухая масса – на 34,2 и 25,4 % ниже, соответственно, чем на контрольном участке.

Как показали исследования, биометрические показатели годичных побегов липы мелколистной (длина, диаметр, сухая масса, количество и площадь листьев) являются эффективными биоиндикаторами для интегральной оценки уровня техногенной нагрузки в городской среде. Адаптивная стратегия липы мелколистной под воздействием антропогенного стресса направлена на сокращение ассимиляционной поверхности, что влечет за собой угнетение линейных размеров и биомассы побегов. Согласно данным исследования, наиболее депрессивное воздействие на ростовые процессы оказывает комплексное влияние факторов (автотранспортное загрязнение воздуха и рекреационная нагрузка), что подтверждается результатами с площадки парк «Троя». Участки с доминированием одного стресс-фактора демонстрируют большую устойчивость.

Таким образом, анализ биометрических показателей побегов липы мелколистной позволил не только оценить уровень техногенной нагрузки на участках, но и идентифицировать специфические типы антропогенного стресса, что имеет важное значение для разработки научно обоснованных мероприятий по сохранению и оптимизации городских зеленых насаждений.

Список источников

1. Кирилин А. А. Липа мелколистная (*Tilia cordata*) в зеленых насаждениях города Москвы // Актуальные проблемы урболесоведения : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 95-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Л. П. Рысина, Москва, 17–18 апреля 2024 года. М. : Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, 2024. С. 108–112.

2. Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск : Гео, 2012. 706 с.

3. Аткина Л. И., Жукова М. В., Морозов А. М. Особенности насаждений городских парков города Екатеринбурга // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 7–12.

4. Лисотова Е. В., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Использование морфометрических признаков для оценки состояния древесных растений в условиях г. Красноярска // ХБЗ. 2013. № 3–4. С. 59–62.

5. Николаевский В. С., Николаевская Н. Г., Козлова Е. А. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов // Лесной вестник. 1999. № 2 (7). С. 76–77.

Научная статья
УДК 630.627.3

АНАЛИЗ РАСЧЕТНОЙ ЛЕСОСЕКИ БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРЕНДОВАННОГО УЧАСТКА ООО «РОМБУС»

Алексей Андреевич Анчугов[1], Александр Владимирович Суслов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] alesha.anchugov@mail.ru
[2] suslovav@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности изменения возрастной структуры березовых насаждений на примере арендованных участков Билимбаевского лесничества. Проанализированы таксационные показатели, расчетные лесосеки, динамика возрастных групп, проведено моделирование изменения возрастной структуры и предложены рекомендации по рационализации лесного хозяйства.

Ключевые слова*:* березовые насаждения, возрастная структура, расчетная лесосека, неистощительное лесопользование, аренда лесного участка

Для цитирования: Анчугов А. А., Суслов А. В. Анализ расчетной лесосеки березовых насаждений на территории арендованного участка ООО «Ромбус» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 23−27.

Original article

ANALYSIS OF THE ESTIMATED CUTTING AREA OF BIRCH STANDS ON THE TERRITORY OF THE LEASED PLOT OF ROMBUS LLC

Alexey A. Anchugov[1], Alexandr V. Suslov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] alesha.anchugov@mail.ru
[2] suslovav@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the features of changes in the age structure of birch stands using the example of leased plots in the Bilimbayevskoe forestry. Taxational indicators, calculated allowable cuts, and the dynamics of age groups

© Анчугов А. А., Суслов А. В., 2026

are analyzed. Modeling of changes in the age structure was performed, and recommendations for the rationalization of forest management are proposed.

Keywords: birch stands, age structure, estimated cut, sustainable forest management, forest plot lease

For citation: Anchugov A. A., Suslov A. V. (2026) Analiz raschetnoj lesoseki berezovy`x nasazhdenij na territorii arendovannogo uchastka OOO «Rombus» [Analysis of the estimated cutting area of birch stands on the territory of the leased plot of Rombus LLC]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 23–27. (In Russ).

Обеспечение непрерывного и неистощительного лесопользования является краеугольным камнем устойчивого лесоуправления в Российской Федерации. В современных условиях основная нагрузка по заготовке древесины ложится на арендаторов лесных участков. Ключевым инструментом планирования, призванным обеспечить баланс между экономическими интересами и экологической устойчивостью, является расчетная лесосека [1].

Особую актуальность вопрос нормирования объемов заготовки приобретает применительно к быстрорастущим мягколиственным породам, таким как береза. Высокие темпы роста и относительно короткий оборот рубки создают риски истощения, если объемы изъятия не сбалансированы с динамикой возобновления и роста. Исследования последних лет показывают, что нарушение возрастной структуры является одним из ключевых индикаторов неустойчивого лесопользования [2].

Целью данного исследования являлся анализ современной возрастной структуры березовых насаждений на арендованном участке и прогноз ее изменения под воздействием запроектированного размера рубок спелых и перестойных для обоснования рекомендаций по устойчивому управлению.

Объектом исследования послужили березовые насаждения в составе эксплуатационных лесов на арендованном участке ООО «Ромбус» общей площадью 7072,7 га, расположенном в Билимбаевском лесничестве (Свердловская область). Лесорастительные условия территории относятся к таежной зоне, Средне-Уральского лесного района [3].

Исследование выполнялось в несколько этапов:

1. Формирование цифровой базы данных на основе материалов лесоустройства и таксационных описаний.

2. Выделение хозяйственных секций. Для березы была образована единая хозяйственная секция (Б 1-5) в эксплуатационных лесах.

3. Анализ распределения площадей и запасов березовых насаждений по группам и классам возраста.

4. Расчет четырех видов расчетных лесосек для березовой хозсекции в соответствии с Приказом Рослесхоза от 27.05.2011 № 191 [4]:

4.1. Лесосека равномерного пользования.

4.2. Первая возрастная лесосека.

4.3. Вторая возрастная лесосека.

4.4. Интегральная лесосека.

В нашей работе мы провели выбор и обоснование оптимальной расчетной лесосеки, анализ ее влияния на возрастную структуру в ретроспективе и на перспективу. Методика расчета соответствует подходу, описанному в пособии [5].

На момент исследования общая площадь березовых насаждений в эксплуатационных лесах арендованного участка составила 1484,6 га со средним запасом 169 м³/га.

Распределение площадей и запасов по группам возраста представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение березовых насаждений в эксплуатационных лесах по группам возраста

Группа возраста	Площадь, га	% от общей площади	Запас, м³	% от общего запаса
Молодняки	53,6	3,6	1953,5	1,5
Средневозрастные	115,3	7,8	12101,5	9,5
Приспевающие	45,2	3,0	2878,0	2,3
Спелые и перестойные	1270,5	85,6	111827,0	86,7
Итого	1484,6	100,0	126760,0	100,0

Анализ данных табл. 1 показывает диспропорциональное распределение возрастной структуры в сторону спелых и перестойных насаждений, которые занимают 85,6 % площади и 86,7 % общего запаса. Доля молодняков и приспевающих насаждений незначительна (6,6 %), что указывает на нарушение естественного возрастного ряда и потенциальный риск возникновения «возрастной ямы» после проведения рубок в перестойных древостоях. Подобная структура характерна для лесов, длительное время не вовлекавшихся в активное хозяйственное использование, и требует корректирующих лесохозяйственных мероприятий.

Для березовой хозсекции с возрастом рубки 61 год были рассчитаны различные виды расчетных лесосек (табл. 2).

Лесосека равномерного пользования является слишком консервативной и не позволяет эффективно использовать перестойные насаждения.

В качестве оптимальной была принята интегральная лесосека с годовым объемом 4274 м³ и площадью 23,0 га. Данный вариант обеспечивает достаточный объем заготовки, учитывает необходимость постепенного

вовлечения в эксплуатацию перестойных древостоев и способствует выравниванию возрастной структуры.

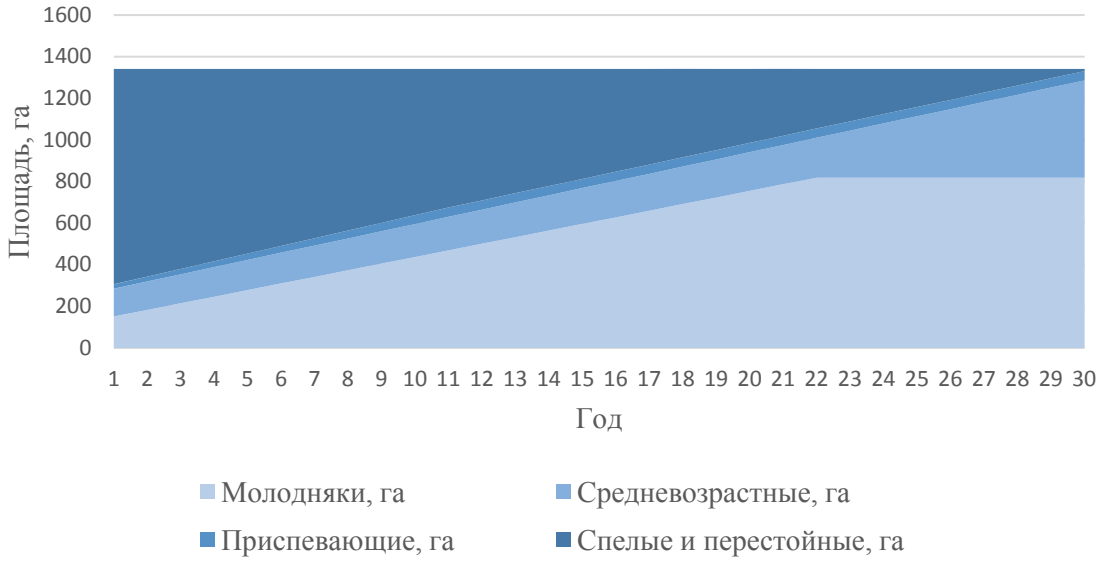
Таблица 2

Варианты расчетных лесосек для березовой хозсекции

Вид расчетной лесосеки	Годовой объем, м^3	Годовая площадь, га	% от общей площади
Равномерного пользования	2377	12,8	1,64
Первая возрастная	5692	30,6	3,93
Вторая возрастная	3941	21,2	2,72
Интегральная	4274	23,0	2,95

Применение интегральной лесосеки в течение одного класса возраста позволит вырубить 230 га спелых и перестойных березняков. Это приведет к значительному сокращению доли старших возрастных групп. Одновременно с этим за счет естественного возобновления и смены поколений произойдет увеличение площади молодняков и средневозрастных насаждений.

В нашей работе мы провели моделирование возрастной структуры насаждения при интегральной расчетной лесосеке. График приведен на рисунке ниже.



Изменение возрастной структуры березовых насаждений при эксплуатации

Моделирование показывает, что через 10–15 лет возрастная структура приобретет более сбалансированный вид, где будет представлена каждая возрастная группа. Это создаст условия для непрерывного и неистощительного лесопользования, когда по мере рубки спелых древостоев им на смену будут поступать приспевающие.

Результаты моделирования указывают на то, что при отсутствии перерасчетов лесосеки каждые 10 лет запас спелых и перестойных насаждений будет исчерпан в течение 30 лет.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Современная возрастная структура березовых насаждений на арендованном участке характеризуется значительным преобладанием спелых и перестойных древостоев, что свидетельствует о длительном периоде отсутствия рубок спелых и перестойных насаждений и нарушении принципа непрерывности лесопользования.

Расчет четырех видов расчетных лесосек показал, что для выравнивания возрастной структуры и обеспечения устойчивого использования наиболее предпочтительной является интегральная лесосека с годовым объемом 4 274 м^3.

Реализация запроектированного объема заготовки в течение 10–15 лет позволит трансформировать существующую диспропорциональную возрастную структуру в равномерную, обеспечив тем самым непрерывное и неистощительное пользование древесиной березы в долгосрочной перспективе.

Однако при отсутствии регулярного перерасчета расчетной лесосеки арендатор добьется полного истощения запаса спелых и перестойных березовых насаждений в течение 30 лет. Беря во внимание, что срок аренды лесного участка может составлять 49 лет, арендатор должен быть заинтересован в проведении перерасчетных работ с целью обеспечения непрерывного и неистощительного лесопользования.

Список источников

1. Погуляй К. С. Роль расчетной лесосеки в обеспечении принципа непрерывности, неистощительности лесопользования // Лесной вестник. 2013. № 3. С. 80–86.

2. Оценка обеспечения непрерывности и неистощительности использования лесов на основе имитационного моделирования их возрастной структуры / А. В. Суслов, З. Я. Нагимов, А. И. Крючкова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3. С. 39–50.

3. Лесной план Свердловской области на 2019–2028 годы // Гарант : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/72745720/ (дата обращения: 30.11.2025).

4. Об утверждении Порядка исчисления расчетной лесосеки : Приказ Рослесхоза от 27.05.2011 № 191 // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/ 561550939/titles/6DO8KC (дата обращения: 30.11.2025).

5. Лесоустроительное проектирование / А. В. Суслов, И. С. Сальникова, А. А. Григорьев, А. А. Бартыш. Екатеринбург, 2021. 90 с.

Научная статья
УДК 630*160.2

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЭКОТОНЕ «ЛЕС – СТЕПЬ» НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АБОРИГЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Анна Витальевна Артеменко[1], Виктория Анатольевна Симоненкова[2]
[1, 2] Оренбургский государственный аграрный университет,
Оренбург, Россия
[1] kot.niura-anna-kot@yandex.ru
[2] simon_vik@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются аборигенные для Оренбургской области древесные породы, которые можно использовать для создания защитных насаждений в экотоне «лес – степь». Рекомендуемые породы деревьев имеют высокую биологическую устойчивость к большинству вредителей и возбудителей болезней.

Ключевые слова: защитные насаждения, аборигенные породы, экотон «лес – степь», биологическая устойчивость

Для цитирования: Артеменко А. В., Симоненкова В. А. Формирование устойчивых защитных насаждений в экотоне «лес – степь» на территории Оренбургской области с использованием аборигенных древесных пород // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 28−32.

Original article

FORMATION OF SUSTAINABLE PROTECTIVE PLANTATIONS IN THE "FOREST – STEPPE" ECOTONE ON THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION USING ABORIGINAL TREE SPECIES

Anna V. Artemenko[1], Victoria A. Simonenkova[2]
[1, 2] Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia
[1] kot.niura-anna-kot@yandex.ru
[2] simon_vik@mail.ru

Abstract. The article discusses the aboriginal tree species of the Orenburg region, which can be used to create protective plantations in the forest-steppe

© Артеменко А. В., Симоненкова В. А., 2026

ecotone. The five recommended tree species have high biological resistance to most pests and pathogens.

Keywords: protective plantations, aboriginal species, forest-steppe ecotone, biological resistance

For citation: Artemenko A. V., Simonenkova V. A. (2026) Formirovanie ustojchivy`x zashhitny`x nasazhdenij v e`kotone “les – step`” na territorii Orenburgskoj oblasti s ispol`zovaniem aborigenny`x drevesny`x porod [Formation of sustainable protective plantations in the “forest – steppe” ecotone on the territory of the Orenburg Region using aboriginal tree species]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 28–32. (In Russ).

Оренбургский регион, находящийся в полосе засушливых и полупустынных степей в экотоне «лес – степь», обладает исключительным географическим положением на стыке европейской и азиатской природных зон [1–3]. Лесные насаждения в данной области испытывают сильное воздействие резко континентального климата, отличительными чертами которого являются значительные перепады температур в течение года и суток, острые засухи, суховеи и регулярные пыльные бури, которые обусловливают систематическое ухудшение состояния почв, проявляющееся в эрозионных процессах, уменьшении содержания гумуса, вторичном засолении и сокращении видового разнообразия. В последнее время актуален подбор аборигенных пород для лесовосстановления в экотоне «лес – степь», который характеризуется стрессом для интродуцированной растительности. Практическая значимость исследования заключается в рекомендациях устойчивых аборигенных древесных пород к изменяющимся условиям произрастания на территории Оренбургской области. Для понимания взаимосвязи леса и степи рассматривалось значение лесополос в оптимизации микроклимата и увеличении урожайности сельскохозяйственных культур [4]. На первых этапах приоритет отдавался быстрорастущим видам, способным оперативно создать барьерную защиту, что нередко приводило к преобладанию заносных пород [5, 6]. Современная негативная агроэкологическая обстановка складывается на огромных территориях Российской Федерации при отсутствии или деградации защитных полос [7]. К недостаткам степного лесоразведения с использованием интродуцентов (вяз приземистый *Ulmus pumila* L., клен ясенелистный *Acer negundo* L., лох узколистный *Elaeagnus angustifolia* L., лох серебристый *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb., клен татарский *Acer tataricum* L.) можно отнести слабую устойчивость интродуцированных видов к резко континентальному климату Оренбургской области; повышенную восприимчивость к биологическим факторам (насекомым-вредителям и возбудителям болезней); способность к инвазии,

т. е. к проявлению тенденции у интродуцентов неконтролируемого разрастания, подавляющего местную флору и нарушающего баланс в естественных экосистемах; обедненное биоразнообразие, что снижает экологическую устойчивость и способность к самовосстановлению; недостаточную эффективность при экстремальных воздействиях, особенно на фоне изменения климата и ареала многих древесных пород, что оказывает воздействие на биологическую устойчивость насаждений Оренбургской области [8]. В современных экологических тенденциях все больше внимания уделяется применению местной растительности в процессах восстановления и создания лесов [9]. Местные виды растений, эволюционировавшие в специфических почвенно-климатических условиях, обладают уникальным набором адаптаций, обеспечивающих их высокую устойчивость к местным абиотическим и биотическим факторам в экотоне «лес – степь».

Отбор перспективных видов для создания защитных насаждений в Оренбургской области осуществлялся на основе комплексного анализа научных публикаций по экологии, физиологии, географии и мелиоративным характеристикам местной флоры. Среди основных критериев выделены: устойчивость к климатическим стрессам, адаптация к почвенным условиям, морфологические и биологические особенности для целей мелиорации, экологическая совместимость и роль в поддержании биоразнообразия. Морфологические адаптации, такие как развитая корневая система, обеспечивающая доступ к глубоким водным горизонтам, ксероморфное строение листьев для снижения транспирации, а также прочная древесина и гибкие побеги для устойчивости к ветрам. Физиологические адаптации, такие как способность к осморегуляции и накоплению осмопротекторов при недостатке влаги, высокая эффективность фотосинтеза в неблагоприятных условиях, а также устойчивость к морозам, обусловленная накоплением защитных веществ и изменениями в структуре клеточных мембран. Экологические адаптации, т. е. формирование устойчивых сообществ с местными микроорганизмами и фауной, способность к естественному возобновлению и устойчивость к вредителям и болезням. Применение аборигенных видов растений в лесозащитных насаждениях обеспечивает не только их устойчивость и неприхотливость, но и активизирует восстановление природных экологических функций, включая поддержание разнообразия биологических видов, формирование стабильных почвенных микробных сообществ, связывание углерода и оптимизацию гидрологического режима.

К аборигенным видам Оренбургской области можно отнести березу повислую *Betula pendula* Roth., осину *Populus tremulae* L., тополь черный – осокорь *Populus nigra* L., липу мелколистную *Tilia cordata* Mill., вяз шершавый *Ulmus glabra* Huds., вяз гладкий *Ulmus laevis* Pall., ясень обыкновенный *Fraxinus excelsior* L., клен полевой *Acer campestre* L., иву белую *Salix alba* L., тополь белый *Populus alba* L., сосну обыкновенную *Pinus*

sylvestris L. Среди деревьев, пригодных для лесозащитных полос в Оренбургском регионе, выделяются: береза повислая, вяз гладкий, вяз шершавый, клен полевой, ясень обыкновенный. Вяз гладкий отличается повышенной устойчивостью к низким температурам, хорошо переносит засушливые периоды и адаптируется к умеренному засолению грунта. Он обладает высокой устойчивостью к загрязнению воздуха пылью и газами. Среди возбудителей болезней присутствуют гнили ствола, появляющиеся у спелых и перестойных насаждений. Среди вредителей отмечен берестовый листоед. Вяз шершавый хорошо растет на плодородных черноземных почвах, однако плохо переносит повышенное содержание солей в грунте. Вяз шершавый – это значительное по размеру дерево, которое выделяется развитой корневой системой, обеспечивающей устойчивость к сильным ветрам и неблагоприятным погодным условиям, играет роль очистителя атмосферы, удаляя вредные элементы, а также предоставляет приют для разнообразных представителей фауны. Страдает от грибкового заболевания графиоза ильмовых. Отмечен берестовый листоед. Клен полевой переносит недостаток света. Молодняк, появившийся естественным путем, и деревья, растущие в плотных группах с коэффициентом полноты 0,9, выживают и продолжают развитие, даже при ограниченном освещении. В первые годы роста этот вид характеризуется довольно интенсивным развитием. Он неплохо переносит засушливые условия и небольшую засоленность почвы. Клен полевой требователен к составу почвы и не терпит избытка влаги, устойчив к засухе. Устойчив к возбудителям болезней. Береза повислая отличается неприхотливостью и способна адаптироваться к различным условиям, однако плохо реагирует на экстремальную жару и избыточную влажность почвы. Она пионерно занимает свободные территории и способствует восстановлению местных видов деревьев под своей кроной. Наилучший рост и продуктивность береза повислая демонстрирует на песчаных и легкосуглинистых почвах, где в основании залегают карбонатные породы. Устойчива к возбудителям болезней. После сильных засух может страдать от бактериальной водянки. Листья объедаются непарным шелкопрядом. Ясень обыкновенный тяготеет к свету, хотя молодые деревца способны расти в небольшой полутени под защитой других видов. Лучше всего он развивается на плодородных почвах с хорошим дренажем, имеющих слабокислую или нейтральную реакцию. Заболоченные участки и плотные глинистые почвы непригодны для ясеня, поскольку его корни быстро подвергаются гниению. Обладает развитой стержневой корневой системой, проникающей на глубину до 2–3 м, что обеспечивает доступ к влаге из глубоких слоев почвы. Ясень устойчив к значительным перепадам температур от –35 °С до +30 °С, но молодые растения чувствительны к весенним заморозкам. Слабо заселяется вредителями, устойчив к грибным и бактериальным болезням. Важно размещать растения в пространстве неоднородно или расположение группами, т. е. высаживание различных видов не сплошным рядом, а чередованием,

формируя куртины или небольшие группы внутри полосы. Такой подход увеличивает общую сопротивляемость распространению болезней, создает разнообразные микроклиматические условия внутри насаждения, уменьшает воздействие экотона и способствует повышению ценности с точки зрения биоразнообразия.

Список источников

1. Симоненкова В. А., Кулагин А. Ю. Снижение устойчивости лесных фитоценозов Южного Предуралья // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2016. № 2. С. 76–81.

2. Симоненкова В. А., Кулагин А. Ю., Симоненков В. С. Устойчивость лесных фитоценозов зонального экотона леса и степи Южного Предуралья // ЭкоБиоТех 2019 : материалы VI Всероссийской конференции с международным участием. Екатеринбург, 2019. С. 278–282.

3. Симоненкова В. А., Кулагин А. Ю. Биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Южного Предуралья в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду и очаги массового размножения филлофагов // Карельский научный журнал. 2016. Т. 5, № 3 (16). С. 85–88.

4. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892. 128 с.

5. Альбенский А. В., Дьяченко А. Е. Деревья и кустарники для защитного лесоразведения. М. : Сельхозгиз, 1949. 144 с.

6. Использование быстрорастущих пород в полезащитном лесоразведении / А. В. Альбенский, Г. В. Крылов, Б. И. Логгинов, И. Д. Щерлин. М. : Сельхозгиз, 1956. 112 с.

7. Кулик К. Н. Защитные лесные насаждения – основа экологического каркаса агротерриторий // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 1. С. 18–21.

8. Симоненкова В. А. Особенности создания лесных насаждений в целинных районах // Земледелие. 2004. № 4. С. 39.

9. Семенов М. А. Способ лесовосстановления как основа формирования биологического разнообразия // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2015. № 3. С. 93–96.

Научная статья
УДК 59.009, 598.2

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ООПТ НА СОХРАННОСТЬ РЕДКИХ ВИДОВ ОРНИТОФАУНЫ

Салтанат Жанузаковна Балташева[1], Евгений Владимирович Архипов[2]
[1, 2] ГУ Государственный национальный природный парк «Бурабай» Управления делами Президента РК, п. Бурабай, Казахстан
[1, 2] nauka_burabai@mail.ru

Аннотация. Статья обобщает результаты мониторинга орнитофауны ГНПП «Бурабай», включает выявление новых видов, уточнение мест гнездования и анализ факторов, влияющих на численность птиц. Рассматриваются редкие виды и природоохранные меры, направленные на сохранение биоразнообразия парка.

Ключевые слова: Бурабай, орнитофауна, мониторинг, биологическое разнообразие, исследования

Для цитирования: Балташева С. Ж., Архипов Е. В. Влияние режима ООПТ на сохранность редких видов орнитофауны // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 33−37.

Original article

THE REGIME INFLUENCE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES ON THE CONSERVATION OF RARE SPECIES OF ORNITOFAUNA

Saltanat Zh. Baltasheva[1], Evgeny V. Arkhipov[2]
[1, 2] State National Nature Park “Burabay” Administration of the President of the Republic of Kazakhstan, Burabay, Kazakhstan
[1, 2] nauka_burabai@mail.ru

Abstract. The article summarizes the results of monitoring the ornithofauna of the State National Nature Park “Burabay”, includes the identification of new species, clarification of nesting sites and analysis of factors influencing bird numbers. Rare species and conservation measures aimed at preserving the park's biodiversity are being considered.

© Балташева С. Ж., Архипов Е. В., 2026

Keywords: Burabay, ornitofauna, monitoring, biological diversity, research
For citation: Baltasheva S. Zh, Arkhipov E. V. (2026) Vliyanie rezhima OOPT na soxrannost` redkix vidov ornitofauny` [The regime influence of specially protected natural territories on the conservation of rare species of ornitofauna]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 33–37. (In Russ).

Первые научные данные о птицах Казахстана начали появляться в начале прошлого века, когда в ряду мест нашей республики побывали ученые Академии наук СССР. Это был период первоначального ознакомления с фауной, и основные интересы ученых заключались в описании новых, неизвестных для науки видов животных. Продолжительность периода исследования фауны Казахстана, который можно назвать периодом первоначального ознакомления с ней, равна почти столетию: начиная с 60-х гг. XVIII в. до середины XIX в. За это время в общих чертах был определен видовой состав птиц северной половины Казахстана и их распространение. До 1917 г. были описаны все виды птиц, встречающиеся в Казахстане [1].

В целом на обширной территории Казахстана в разные сезоны года обитает более 500 видов птиц: из них редкие и эндемичные виды (Саксаульная сойка *Podoces panderi* Fischer-Waldheim, 1821), обитающие только в нашей стране, а также множество видов перелетных птиц.

Первые научные исследования начались в 1816 г., а позднее в 1987 г. был составлен список птиц и млекопитающих. Большой объем полевых работ по учету птиц был проведен сотрудниками кооператива «Природа» в ходе разработки научного обоснования для планировки Государственного национального природного парка «Бурабай» (ГНПП «Бурабай»). С тех пор, по мере получения новых данных о птицах, список видов ежегодно изменяется [2]. Например, в 2022–2023 гг. национальный парк посетил орнитолог из Германии Янош Беккер, который провел исследования на территории парка. Полученные им сведения о видовом составе, местах гнездования и особенностях поведения птиц были внесены в международную базу данных eBird. В результате его наблюдений было выявлено 127 видов птиц, 12 из которых ранее не значились в списках, включая чернозобую гагару (G*avia arctica* Linnaeus, 1758), степного орла (*Aquila nipalensis* Hodgson, 1833), орла-карлика (*Hieraaetus pennatus* J. F. Gmelin, 1788), водяного пастушка (*Rallus aquaticus* Linnaeus, 1766), камышевку-барсучка (*Acrocephalus schoenobaenus* Linnaeus, 1758), обыкновенную каменку (*Oenanthe oenanthe* Linnaeus, 1758), лугового чекана (*Saxicola rubetra* Linnaeus, 1758) и др.

Национальный парк является важным местом для обитания и размножения различных видов птиц, а также убежищем для многих из них. На сегодняшний день общая площадь парка составляет 129 485 га, и разделена на 4 функциональные зоны: заповедная зона, зона экологической стабилизации, зона туристско-рекреационной деятельности и зона ограниченной хозяйственной деятельности [3]. Было выявлено что хищные птицы, такие как: орел-карлик (*Hieraaetus pennatus* J. F. Gmelin, 1788), бородатая неясыть (*Strix nebulosa* Forster, 1772), обыкновенный осоед (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758), черный дрозд (*Turdus merula* Linnaeus, 1758) и т. д. предпочитают территорию под статусом заповедного режима, поскольку такие зоны обеспечивают высокий уровень тишины и покоя, что является важным фактором для их нормальной жизнедеятельности, что способствует сохранению естественного биоценоза и снижению стресса у птиц. Птицы очень чувствительны к изменению среды обитания, и для них важно выбирать подходящее место для гнездования и кормления с разнообразием типов экосистем и леса (лесные, степные, водно-болотные угодья).

Всего на территории ГНПП «Бурабай» зарегистрирован 221 вид птиц. Из 16 видов, занесенных в Красную книгу Казахстана, здесь обитают 6 видов: беркут (*Aquila chrysaetos* Linnaeus, 1758), журавль-красавка (*Grus grus* Linnaeus, 1758), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus* Linnaeus, 1758), могильник (*Aquila heliaca* Savigny, 1809), серый журавль (*Grus grus* Linnaeus, 1758) и орел-карлик (*Hieraaetus pennatus* J. F. Gmelin, 1788). Так как видовой состав птиц ежегодно меняется, национальный парк «Бурабай» проводит исследования, направленные на уточнение видового состава птиц, определение новых мест гнездования, сбор фото- и видеоматериалов, нанесение мест встреч на карту.

Для точного учета численности птиц в рамках исследований использовались методики маршрутного учета, изучения численности птиц Боголюбова [4], а также полевой определитель «Птиц Казахстана» [5]. В ходе полевых работ информация о встречаемости птиц была занесена в приложение Gaia GPS с указанием координат в формате KazTRS и были определены виды птиц через приложение Merlin по фото и звукозаписи.

Один из редких видов птиц, встречающихся на территории парка – это серая цапля (*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758). В 2022 г. этот вид был впервые зафиксирован с помощью фотоловушки, установленной на реке Сарыбулак Боровского лесничества. В 2024 г. этот вид был зафиксирован в Катаркольском лесничестве, а в 2025 г. три птицы были замечены на лесном болоте недалеко от кордона «Веселый» (рис. 1, А). Стая птиц была замечена на болоте в районе п. Зеленый Бор (рис. 1, Б). Также отмечены повторные появления серой цапли на реке Сарыбулак, возможно, это те же птицы, что были зафиксированы ранее (рис. 1, В).



А (в полете)



Б (на болоте)



В (фото с фотоловушки)

Рис. 1. Серая цапля (Ardea cinerea Linnaeus, 1758)

В 2025 г. отмечена активность ушастой (*Asio otus* Linnaeus, 1758) и болотной сов (*Asio flammeus* Pontoppidan, 1763), множество особей с птенцами часто встречались в окрестностях села Акылбай, Бармашинского и Боровского лесничеств (рис. 2).





Рис. 2. Болотная (слева) и ушастая сова (справа)

Возможно, это связано с благоприятными экологическими факторами. Потепление климата привело к увеличению числа мелких млекопитающих, особенно грызунов, которые, в свою очередь, являются важным пищевым

ресурсом для многих хищных птиц. Таким образом, сочетание благоприятных климатических условий и рост пищевой базы могут выступать ключевыми факторами, поддерживающими увеличение численности птиц.

В целях выполнения основного задания по сохранению, мониторингу и слежению за образом жизни этих видов на национальный парк «Бурабай» возложена огромная ответственность. Важной задачей работников ООПТ является создание благоприятных условий местообитания птиц, проведение комплексных природоохранных мероприятий, поддержание устойчивости природных экосистем. Национальный парк «Бурабай» сотрудничает с научными и природоохранными организациями, реализуя комплексные меры по сохранению и приумножению биоразнообразия региона, стимулируя рост численности популяций пернатых обитателей парка.

Список источников

1. Долгушин И. А. Птицы Казахстана. Т. 1. Алма-Ата : Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1960. 470 с.

2. Акимава А. М., Еркебаев Е. Т., Быков С. В. К вопросу о фауне ГНПП «Бурабай» : материалы научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития ООПТ РК», посвященная 10-летию ГНПП «Бурабай», 50-летию Музея природы и 80-летию академика НАН РК Токмурзина Т. Х. Бурабай, 2010. С. 104–108.

3. Архипов Е., Беккер Я. Орлы в государственном национальном природном парке «Бурабай». Пернатые хищники и их охрана. 2023. Спецвып. 2. С. 153–156. URL: http://rrrcn.ru (дата обращения: 12.12.2025).

4. Боголюбов А. С. Изучение численности птиц различными методами. М. : Экосистема, 2002. С. 150.

5. Полевой определитель птиц Казахстана / В. К. Рябинцев, А. Ф. Ковшарь, В. А. Ковшарь, Н. Н. Березиков. Алматы, 2014. 512 с.

Научная статья
УДК 547.584:633.878.32:676.031.33

ФЕНОЛКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ ЭКСТРАКТОВ ЛИСТЬЕВ РОДА *POPULUS* КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Наталья Сергеевна Баринова
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
nata.barinova.55@bk.ru

Аннотация. В ходе проведения исследования установлено количественное содержание фенолкарбоновых кислот прямым спектрофотометрическим методом в экстрактах листьев рода *Populus*.

Ключевые слова: листья, экстракты, фенолкарбоновые кислоты

Для цитирования: Баринова Н. С. Фенолкарбоновые кислоты экстрактов листьев рода *Populus* Красноярского края // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 38−41.

Original article

PHENOLCARBOXYLIC ACIDS OF GENUS *POPULUS* LEAF EXTRACTS OF THE KRASNOYARSK REGION

Natalia S. Barinova
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, Russia
nata.barinova.55@bk.ru

Abstract. During the research, the quantitative content of phenolcarboxylic acids was determined using a direct spectrophotometric method in extracts of leaves of the genus Populus.

Keywords: leaves, extracts, phenolcarboxylic acids

***For citation*:** Barinova N. S. (2026) Fenolkarbonovy`e kisloty` e`kstraktov list`ev roda Populus Krasnoyarskogo kraya [Phenolcarboxylic acids of genus *Populus* leaf extracts of the Krasnoyarsk region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 38–41. (In Russ).

© Баринова Н. С., 2026

Большой интерес в настоящее время в научном мире направлен на изучение фенольных соединений, которые выделены из природных источников [1].

Фенольные соединения разделены на несколько групп в зависимости от молекулярной структуры. В составе растений присутствуют в виде мономеров, димеров, олигомеров и полимеров.

К одним из важнейших классов биологически активных веществ растительного сырья относятся фенолкарбоновые кислоты, состоящие из ароматического кольца с одной или несколькими гидроксильными группами и функциональной группы карбоновой кислоты.

К основным фенолкарбоновым кислотам относятся такие кислоты, как хлорогеновая, феруловая и кофейная. Хлорогеновой и кофейной кислотам свойственна антиоксидантная активность, а феруловой – нейропротекторная, противораковая, антиоксидантная и антидиабетическая активности [2].

Известно, что экстракт тополя является стимулятором роста растений за счет содержания в его составе жирных кислот, липидов, полифенольных соединений, эфирных масел и других соединений [3]. В исследованиях, которые нами были проведены ранее, установлено, что экстракты листьев рода *Populus* способны подавлять пенициллиоз семян пшеницы, благодаря наличию в составе полифенольных соединений, таких как флавоноиды (в листьях осины – 2,9 %, тополя бальзамического – 1,7 % а. с. с.) [4].

Целью данной работы было определение количественного содержания фенолкарбоновых кислот в составе спиртового экстракта листьев тополей бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и дрожащего (*Populus tremula* L.), а также в его отдельных фракциях.

Для получения экстрактов использовали зеленые листья деревьев рода *Populus,* произрастающих в Красноярске (о. Татышев, август 2022 г.). Предварительно листья высушивали до влажности 10–11 % и измельчали до размера частиц 3–5 мм. Экстракты получали методом настаивания (экстрагент 96 %-й этиловый спирт, гидромодуль 1:20, продолжительность экстракции 3 суток) при комнатной температуре. Фракционирование спирторастворимых компонентов листьев проводили последовательной экстракцией с использованием растворителей: петролейный эфир → диэтиловый эфир → этилацетат → бутанол [4].

Количественное содержание фенолкарбоновых кислот определяли с помощью прямого спектрофотометрического метода в пересчете на кофейную кислоту. Содержание рассчитывали на единицу абсолютно сухого сырья (а. с. с.).

В мерную колбу вместимостью 100 мл помещали 1 мл фильтрата (экстракта) и доводили объем раствора соответствующим экстрагентом до метки.

Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометре УФ-300 при длине волны 325 нм. В качестве раствора сравнения использовали соответствующий растворитель.

Содержание суммы фенолкарбоновых кислот в пересчете на кофейную кислоту и воздушно-сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле

$$X = \frac{DV_{эк} \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 782(100 - W)}, \quad (1)$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора, е. о. п;

m – масса сырья, г;

$V_{эк}$ – общий объем экстракта, мл;

782 – удельный показатель поглощения кофейной кислоты при 325 нм;

W – потеря в массе при высушивании сырья (влажность), %;

100 – объем раствора, который помещен в мерную колбу [5].

Результаты количественной оценки приведены в таблице.

Содержание суммы фенолкарбоновых кислот в экстрактах листьев

Экстракт	Содержание суммы фенолкарбоновых кислот, % а. с. с.	
	Тополь бальзамический	Тополь дрожащий
Спиртовой	0,61	0,37
Петролейный	0,27	0,18
Диэтиловый	0,17	0,06
Этилацетатный	0,11	0,07
Бутанольный	0,06	0,06

Из результатов видно, что наибольшее количество фенолкарбоновых кислот содержится в спиртовом экстракте листьев тополя бальзамического. Содержание этих компонентов в спиртовом экстракте листьев тополя дрожащего в 1,6 раза ниже.

Среди отдельных фракций спиртового экстракта наибольшее количество фенокарбоновых кислот извлекается петролейным эфиром (44–48 % от суммы).

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что в составе экстрактов листьев тополя рода *Populus* содержание фенолкарбоновых кислот составляет 0,4–0,6 % от абсолютно сухого сырья.

Фенолкарбоновые кислоты обеспечивают стабильное ростостимулирующее действие и обладают широким спектром фармокологических свойств, что позволяет рассматривать экстракты листьев рода *Populus* в качестве потенциального источника экологически безопасных регуляторов роста растений, а также фунгицидных препаратов для борьбы с заболеваниями растений.

Список источников

1. Мавлонова О. С., Абдурахманова У. К. Определение биологически активных соединений в жидком экстракте растения *Calendula officinalis* // Вестник НУУз. 2024. № 3/2/1. С. 387–390.

2. Ларькина М. С., Кадырова Т. В., Ермилова Е. В. Изучение динамики накопления фенолкарбоновых кислот в надземной части василька шероховатого // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 71–74.

3. Поляков В. В., Мещанова А. Г. Применение экстракта тополя в качестве стимулятора роста чечевицы, пшеницы, ячменя, льна // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. М., 2022. С. 149–159.

4. Баринова Н. С. Определение флавоноидов в экстрактах листьев осины Красноярского края // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Екатеринбург, 2025. С. 65–68.

5. Определение фенилкарбоновых кислот в сырье Verbascum songaricum / Б. Г. Махатова, У. Д. Датхаев, Н. Е. Бурда [и др.] // Вестник КазНМУ. 2015. № 4. С. 521–523.

Научная статья
УДК: 630.432

АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ В ГКУ СО «БЕРЕЗОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» ЗА ПЕРИОД 2014–2023 ГОДЫ

Кирилл Валерьевич Барышников[1], Игорь Александрович Панин[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] k.v.barishnikov@gmail.com
[2] panina@m.usfeu.ru

Аннотация. Проведен анализ горимости ГКУ СО «Березовское лесничество» за 2014–2023 гг. Выведены ключевые проблемы и даны рекомендации по улучшению положения.

Ключевые слова: горимость лесов, Березовское лесничество, лесные пожары, анализ горимости, пожарная опасность

Для цитирования: Барышников К. В., Панин И. А. Анализ горимости лесов в ГКУ СО «Березовское лесничество» за период 2014–2023 годы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 42−45.

Original article

ANALYSIS OF FOREST FIRE FREQUENCY IN THE STATE PUBLIC INSTITUTION OF THE SVERDLOVSK REGION “BEREZOVSKOYE FORESTRY” FOR THE PERIOD 2014–2023

Kirill V. Baryshnikov[1], Igor A. Panin[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] k.v.barishnikov@gmail.com
[2] panina@m.usfeu.ru

Abstract. The analysis of the fire frequency of the State Public Institution SR «Berezovskoye Forestry» for 2014–2023 has been carried out. The key problems are identified and recommendations for improvement are provided.

Keywords: forest fire frequency, Berezovskoye forestry, forest fires, analysis of fire frequence, fire hazard

For citation: Baryshnikov K. V., Panin I. A. (2026) Analiz gorimosti lesov v GKU SO “Beryozovskoe lesnichestvo” za period 2014–2023 gody` [Analysis

© Барышников К. В., Панин И. А., 2026

of forest fire frequency in the state public institution of the Sverdlovsk region “Berezovskoye Forestry” for the period 2014–2023]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 42–45. (In Russ).

Лесные пожары являются одной из ключевых проблем лесного хозяйства и очень актуальной в условиях Свердловской области. Несмотря на совершенствование средств пожаротушения, внедрение новых подходов в организации пожаротушения и мониторинг пожарной ситуации, проблема охраны лесов от пожаров не решена. Окончательного ее решения не предвидится и в обозримом будущем. Кроме того, глобальные климатические изменения усугубляют данную задачу. Лесных пожаров с каждым годом становится больше, а их последствия более разрушительны [1].

Проведение анализа горимости лесов на определенной территории позволяет приблизиться к пониманию причин возникновения лесных пожаров, оценить эффективность системы охраны и защиты лесов от огня, сформулировать рекомендации и предложения по решению проблемы лесных пожаров.

Цель исследования – провести анализ горимости лесов на территории ГКУ СО «Березовское лесничество» за период 2014–2023 гг.

В рамках ее выполнения поставили следующие задачи:

1) сбор данных (были получены из открытых источников [2];

2) анализ и обработка данных. Расчет относительной горимости, построение графиков, выявление возможных закономерностей;

3) интерпретировать результаты, сделать выводы и дать рекомендации.

Для анализа были использованы данные учета лесных пожаров Березовского лесничества за 2014–2023 гг. [2]. Использовано два основных показателя: количество пожаров в границах лесничества и их площадь на момент локализации. Обработка данных проводилась в программе Microsoft Excel 2007.

При оценке использована общепринятая шкала относительной горимости, состоящая из пяти классов (1–5) и одного подкласса (1а) [3]. Были рассчитаны параметры относительной горимости лесов (по пройденной огнем площади (га) на 1 тыс. га территории лесничества); определен класс горимости по числу пожаров на 1 тыс. га территории лесничества (частота пожаров). Данные параметры рассчитаны отдельно по каждому году анализируемого периода. Результаты представлены в таблице.

Согласно данным таблицы, насаждения Березовского лесничества практически все время находятся в условиях чрезвычайной пожарной опасности. Главным фактором такой неутешительной ситуауции служит близкое расположение к городу-миллионику Екатеринбургу. Большое количество людей на территории лесничества приводит к большому числу возгораний.

Параметры относительной горимости анализируемой территории Березовского лесничества за период 2014–2023 гг.

Год	Класс горимости по числу пожаров (частота пожаров)		Класс горимости по пройденной огнем площади, га, на 1 тыс. га в год (горимость)	
2014	247,7	Чрезвычайная (1а)	0,5	Ниже средней
2015	92,0	Выше средней (2)	0,1	Ниже средней
2016	311,5	Чрезвычайная (1а)	0,2	Ниже средней
2017	247,7	Чрезвычайная (1а)	0,6	Средняя
2018	283,1	Чрезвычайная (1а)	0,2	Ниже средней
2019	127,4	Высокая (1)	0,1	Ниже средней
2020	127,4	Высокая (1)	0,1	Ниже средней
2021	353,9	Чрезвычайная (1а)	1,0	Средняя
2022	339,8	Чрезвычайная (1а)	0,6	Средняя
2023	424,7	Чрезвычайная (1а)	2,3	Высокая

С классом горимости по пройденной огнем площади (горимость) ситуация обстоит совершенно иначе. Высокая горимость была только в 2023 г. В остальные 9 лет она средняя или ниже средней. Это можно объяснить достаточно качественной и профессиональной работой сил, задействованных в тушении лесных пожаров, а также эффективной работой системы обнаружения и мониторинга лесных пожаров. Возгораний много, но с ними достаточно эффективно справляются, не допуская ситуации с высокой или чрезвычайной горимостью. Тем не менее, горимость по площади можно еще значительно снизить путем совершенствования работы охраны лесов от пожаров. Требуется увеличение финансирования материально-технической базы, дальнейшее внедрение эффективных современных технологий.

Самым рекордным по пройденной огнем площади является 2023 г. С точки зрения горимости, этот год можно считать катастрофичным и беспрецедентным. Ученые связывают ситуацию 2023 г. на Урале с многолетней, начавшейся еще в 2021 г. засухой, в результате которой уровень грунтовых вод значительно упал, что привело к росту пожарной опасности и обострению проблемы торфяных пожаров.

Динамика пожаров за анализируемый период показана на рисунке. Можно отметить несколько периодов. Минимальное количество пожаров наблюдалось в 2015, 2019 и 2020 гг. С 2016 по 2018 гг. на протяжении трех лет количество пожаров в 2–3 раза выше. Этот временной промежуток в пять лет можно рассматривать как цикл колебаний горимости от пика до снижения и к новому пику. Затем, с 2021 по 2023 г. идет поступательный рост количества пожаров. В целом мы наблюдаем тенденцию на увеличение горимости.

По крупным пожарам также наблюдается растущая динамика. С 2015 по 2020 гг., т. е. в течение пяти лет крупных пожаров вообще не было.

В 2014 г. был зафиксирован только один крупный пожар. В 2021 г. снова один крупный пожар, затем в 2022 г. мы наблюдаем уже три больших пожара, наконец, рекорд в 2023 г.



Годовая динамика количества пожаров на территории Березовского лесничества

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1) система охраны лесов от пожаров Березовского лесничества эффективно справляется с задачей пожаротушения, но остается достаточный простор для улучшения оперативности тушения пожаров;

2) по числу пожаров наблюдается рост горимости. С каждым годом на протяжении анализируемого периода число пожаров увеличивалось.

Список источников

1. Залесов С. В., Торопов С. В. Анализ горимости лесов Свердловской области по лесным районам // Аграрный вестник Урала. 2009. № 2 (56). С. 77–79.

2. ИСДМ Рослесхоз : [сайт]. URL : https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (дата обращения: 21.11.2025).

3. Ковалев А. П., Шешуков М. А., Позднякова В. В. Критерии приоритетности тушения лесных пожаров при массовом их возникновении // Лесохозяйственная информация. 2015. № 3. URL: https://lhi.vniilm.ru/PDF/2020/4/LHI_2020_04-09-Golovina.pdf (дата обращения: 21.11.2025).

Научная статья
УДК 630.43

АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ РЫБИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Мирон Леонидович Белов[1], Любовь Павловна Абрамова[2], Людмила Ивановна Сотникова[3]
[1, 3] ГПОУ ЯО Рыбинский лесотехнический колледж, Тихменево, Россия
[2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Свердловская область, Россия
[1] mironbelov5@gmail.com
[2] abramovalp@m.usfeu.ru
[3] lyudmilasotnikova1961@mail.ru

Аннотация. Анализ 14 лесных пожаров в Рыбинском лесничестве за 2014–2024 гг. показал, что основная причина – неосторожное обращение с огнем. Пик пожаров приходится на май и выходные. Преобладали низовые пожары малой площади (0,01–2,0 га). Общая пройденная огнем площадь – 10,29 га.

Ключевые слова: лесной пожар, анализ, горимость лесов

Для цитирования: Белов М. Л., Абрамова Л. П., Сотникова Л. И. Анализ горимости лесов Рыбинского лесничества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 46−50.

Original article

ANALYSIS OF FOREST FIRE FREQUENCY OF RYBINSK FORESTRY

Miron L. Belov[1], Lyubov P. Abramova[2], Lyudmila I. Sotnikova[3]
[1, 3] State Professional Educational Institution of Yaroslavl Region Rybinsk Forestry College, Tikhmenevo, Russia
[2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mironbelov5@gmail.com
[2] abramovalp@m.usfeu.ru
[3] lyudmilasotnikova1961@mail.ru

Abstract. Analysis of 14 forest fires in Rybinsk Forestry in 2014–2024 revealed careless fire handling as the main cause. Fires peaked in May and on

© Белов М. Л., Абрамова Л. П., Сотникова Л. И., 2026

weekends. Ground fires dominated, affecting small areas (0.01–2.0 ha). Total burned area: 10.29 hectares.

Keywords: Forest fire, analysis, forest fire frequency

For citation: Belov M. L., Abramova L. P., Sotnikova L. I. (2026) Analiz gorimosti lesov Ry`binskogo lesnichestva [Analysis of forest fire frequency of Rybinsk forestry]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 46–50. (In Russ).

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что пожары до сих пор остаются одной из главных проблем лесного комплекса Российской Федерации [1–3].

Цель работы – провести анализ горимости пожаров Рыбинского лесничества.

Для анализа горимости лесов используют следующие показатели: дата пожара, площадь пожара, лесничество, причина пожара, виновники пожара, вид пожара, культура, поврежденная пожаром, и общая сумма ущерба. Данные выписаны из книги учета лесных пожаров (ГКУ ЯО Рыбинское лесничество). Эти показатели взяты по каждому году за период с 2014 г. по 2024 г. (таблица).

Характеристика лесных пожаров

Дата пожара	Площадь пожара, га	Участковое лесничество	Вид пожара	Культуры, поврежденные пожаром	Общая сумма ущерба, руб.
04.05.2014	0,01	Приволжское	Низовой	Сосна	1 500
10.05.2014	2,0	Приволжское	Низовой	Сосна	1 184
05.08.2014	0,2	Приволжское	Торфяной	Сосна	1 230
10.08.2014	0,6	Приволжское	Торфяной	Сосна	2 638
04.05.2015	0,03	Приволжское	Низовой	Сосна	1 200
05.07.2015	1,2	Приволжское	Низовой	Сосна	1 400
30.04.2016	0,9	Ломовское	Низовой	Сосна	1 320
05.05.2016	0,6	Приволжское	Низовой	Ель	2 310
04.06.2016	0,4	Приволжское	Низовой	–	1 100
15.07.2016	0,7	Приволжское	Низовой	Береза	3 650
15.07.2024	1,0	Приволжское	Торфяной	Сосна	1 100
03.08.2024	2,0	Приволжское	Низовой	Береза	1 500
02.09.2024	0,5	Ломовское	Торфяной	–	1 000
09.09.2024	0,15	Ломовское	Низовой	–	2 000

Основные причины возникновения лесных пожаров:

- неосторожное обращение человека с огнем;
- несоблюдение мер безопасности при разведении костров в лесополосе;
- детские шалости со спичками в лесопарковой зоне;
- сжигание мусора, сухой травы в непосредственной близости к лесному массиву;
- случайное попадание искр из выхлопных труб автомобиля или мотоцикла.

Анализируя характеристику лесных пожаров на территории лесного фонда ГКУ ЯО Рыбинского лесничества, можно отметить, что в отдельные годы лесные пожары не зарегистрированы или имеют единичный случай возникновения. Тем самым можно подчеркнуть слаженную и грамотную работу работников лесного хозяйства, которая направлена на предотвращение лесных пожаров, т. е. распространение листовок, устройство мест отдыха, аншлагов, выступление по местному радио, устройство минполос, патрулирование в выходные и праздничные дни.

Распределение лесных пожаров по времени их возникновения показывает, что для Рыбинского лесничества характерно наибольшее количество пожаров в мае – 28,7 %, так как в данном месяце длительные выходные из-за праздников и люди начинают чаще выезжать за город на природу и озимая трава уже высохла, а наименьшее количество пожаров приходится на зимнее время, когда пожары отсутствовали, потому что погодные условия препятствовали возникновению пожаров в зимний период (рис. 1). Как видно, наибольшая доля пожаров приходится на выходные дни и понедельник, потому что именно на выходных у многих есть свободное время для выездов в пригород. Наименьшее на среду, когда многие люди находятся на работе или учебе. Пожары возникали и в другие дни недели (рис. 2).

Пожары, которые проходили в Рыбинском лесничестве, – это 10 низовых и 4 торфяных. Верховые пожары за этот период отсутствовали.

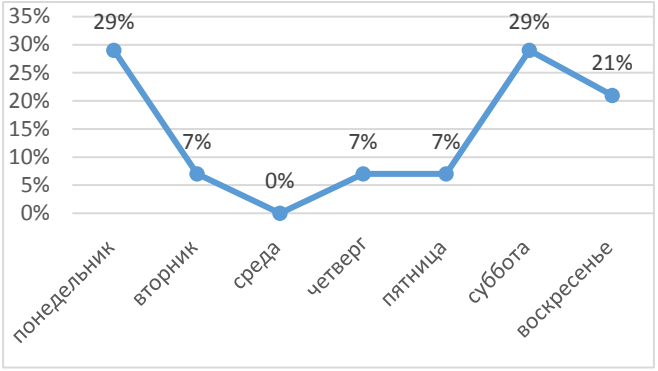


Рис. 1. Диаграмма распределения лесных пожаров по дням недели

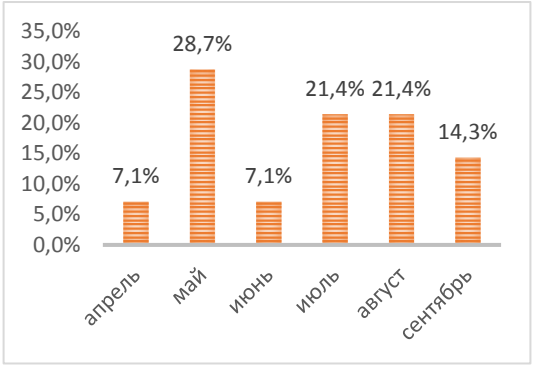


Рис. 2. Диаграмма распределения лесных пожаров по времени их возникновения

Лесные пожары, проходящие по лесному фонду, 11 раз из 14 проходили по Приволжскому участковому лесничеству и 3 раза пожар проходил по Ломовскому участковому лесничеству. Приволжское участковое лесничество больше страдало от лесных пожаров, чем другие лесничества (рис. 3).

Пожары, проходившие в Рыбинском лесничестве, в 57,2 % случаев повреждали сосну, в 14,3 % случаях березу, в 7,1 % – ель и в остальных 21,4 % случаях пожары не повредили никакую лесообразующую породу (рис. 4).

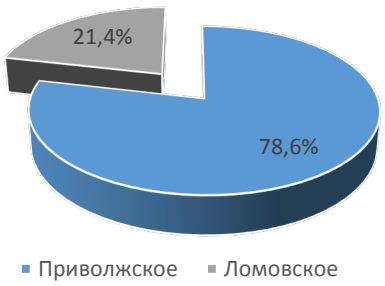


Рис. 3. Диаграмма пострадавших лесничеств от пожаров

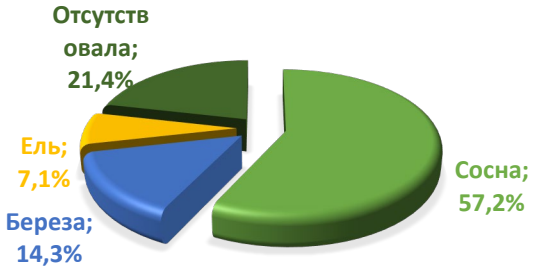


Рис. 4. Диаграмма лесных пород пострадавших от лесных пожаров

Наибольшая сумма ущерба 2 638 руб. была 10 августа 2014 г., наименьшая сумма 1 000 руб. была 2 сентября 2024 г. С 2017 по 2021 г. ничего не пострадало от пожаров, так как пожары отсутствовали, и все сохранилось за этот период.

Пожары проходили на небольших площадях от 0,01 до 2,0 га, что отражает слаженную работу пожарных лесного хозяйства по своевременной ликвидации очагов возгорания и возможные погодные условия, которые противодействовали разрастанию пожаров на большие территории.

Большинство пожаров было по причине неосторожного обращения с огнем, виновники возникновения пожаров не были установлены. За период 2014 по 2024 гг. было уничтожено лесными пожарами 10,29 га лесного фонда.

Анализ горимости лесов Рыбинского лесничества показал, что она (горимость) существенно меняется в зависимости от года. При этом максимальной горимостью характеризуются май и летние месяцы. Основной причиной весеннего максимума горимости является высохшая прошлогодняя трава и частый выезд населения за город в праздники, а в летний период сухая погода и неосторожное обращение с огнем людей на природе. Среди лесных пожаров чаще всего происходили низовые и реже торфяные. За период с 2014 по 2024 гг. не зафиксировано ни одного верхового пожара. Похожие результаты при анализе на больших площадях были и в других регионах, например в Уральском федеральном округе и в его областях.

Список источников

1. Белов Л. А., Астахова Ю. А., Болсун А. В. Анализ горимости лесов Курганской области (на примере Варгашинского лесничества) // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 80–92. DOI: 10.51318/FRET.2024.23.87.009 EDN WLFIZG

2. Анализ горимости лесов на территории Уральского федерального округа / Л. Е. Кузнецов, С. В. Залесов, А. А. Кректунов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 11 (137). DOI 10.23670/IRJ.2023.137.43 EDN EIUUVA

3. Секерин И. М., Ерицов А. М., Залесов С. В. Анализ фактической горимости лесов Уральского федерального округа и пути ее снижения // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 1–1 (115). С. 129–133. DOI 10.23670/IRJ.2022.115.1.026 EDN UYCOCE

Научная статья
УДК 630.231.32:630.221.2

СОХРАННОСТЬ ПОДРОСТА ПРИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБКАХ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПО СОРТИМЕНТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Юрий Владимирович Беспалов[1], Андрей Сергеевич Новожилов[2], Олег Александрович Игнатовский[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург, Россия
[1] yuriy.bespalov.79@mail.ru
[2] koking312@yandex.ru
[3] zamles@kldk.altailes.com

Аннотация. Проанализирована сохранность подроста при проведении сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений по сортиментной технологии. Установлено, что сохранность жизнеспособного подроста в пересчете на крупный варьируется от 39,7 до 52,4 %, что ниже показателя, требуемого действующим нормативным документом.

Ключевые слова: рубки спелых и перестойных насаждений, сортиментная технология

Для цитирования: Беспалов Ю. В., Новожилов А. С., Игнатовский О. А. Сохранность подроста при сплошнолесосечных рубках, выполненных по сортиментной технологии // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 51−56.

Original article

PRESERVATION OF UNDERGROWTH DURING CLEAR-CUTTING USING CUT-TO-LENGTH TECHNOLOGY

Yuri V. Bespalov[1], Andrey S. Novozhilov[2], Oleg A. Ignatovsky[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] yuriy.bespalov.79@mail.ru
[2] koking312@yandex.ru
[3] zamles@kldk.altailes.com

Abstract. The preservation of undergrowth during clear-cutting of mature and overmature plantations using a cut-to-length technology is analyzed. It was found that the preservation of viable undergrowth calculated as a large growth

© Беспалов Ю. В., Новожилов А. С., Игнатовский О. А., 2026

varies from 39.7 to 52.4 %, which is lower than the indicator required by the current regulatory document.

Keywords: cutting of mature and overmature plantations, cut-to-length technology

For citation: Bespalov Yu. V., Novozhilov A. S., Ignatovsky O. A. (2026) Soxrannost` podrosta pri sploshnolesosechny`x rubkax po sortimentnoj texnologii [Preservation of undergrowth during cleat-cutting using cut-to-length technology]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 51–56. (In Russ).

Лесоводственная эффективность различных видов рубок спелых и перестойных насаждений во многом определяется технологией проведения лесосечных работ [1]. Правильный выбор последней особенно важен, если заготовка древесины производится весной, осенью, а также летом в период затяжных дождей. Увеличение влажности почвы повышает опасность эрозионных процессов и приводит к ухудшению физических свойств почвы [2]. В зимний период при промерзшем грунте и укреплении трелевочных волоков порубочными остатками опасность ухудшения почвы и повреждения корневых систем, оставленных на доращивание деревьев резко снижается, а следовательно, повышается лесоводственная эффективность рубок.

В Российской Федерации длительный период в лесозаготовительной практике доминировала традиционная технология лесосечных работ с валкой деревьев под острым углом к трелевочному волоку в направлении трелевки с последующей обрубкой сучьев и укладыванием их на трелевочный волок, а затем трелевкой хлыстов на нижний склад [3]. В последние годы по ряду объективных и субъективных причин традиционная технология проведения лесосечных работ стала сменяться на сортиментную, в процессе которой валка деревьев, обрезка сучьев и распиловка хлыста на сортименты производится харвастером, а трелевка сортиментов – форвардером [4].

Выбор вида рубок и технологии лесосечных работ определяется наличием подроста предварительной генерации. При этом большинство исследователей сходны во мнении, что значительная доля спелых и перестойных насаждений имеет под своим пологом количество подроста хозяйственно ценных пород достаточное для последующего лесовосстановления [5].

Сортиментная технология проведения лесосечных работ резко увеличила производительность труда, а следовательно, снизила себестоимость заготовляемой древесины. Однако при этом увеличилась площадь трелевочных волоков, а следовательно, вероятность отказа от естественного лесовосстановления с переходом на искусственный и (или) комбинированный. В то же время работ по изучению лесоводственной эффективности сортиментной технологии лесосечных работ относительно немного, что и определило направление наших исследований.

Цель работы – установить сохранность подроста при проведении рубок спелых и перестойных насаждений по сортиментной технологии в условиях Средне-Уральского таежного лесного района.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), закладываемых в соответствии с нормативно-техническими документами и апробированными методиками. Объектом исследований служили спелые и перестойные насаждения Новолялинского лесничества Департамента лесного хозяйства Свердловской области. Согласно действующим нормативным документам территория данного лесничества относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

В процессе исследований было заложено три пробных площади, две из которых представляют хвойные и одна мягколиственные древостои (табл. 1).

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№ ПП	Порода	Возраст, лет	Ср. H, м	Ср. D, см	Густота, шт./га	Полнота		Класс бонитета	Запас по породам, $м^3$/га
						абсолютная, $м^2$/га	относительная		
Тип леса: СЗМТР									
1	3С	130	26	28	54	26,6	0,6	II	83
	3П	130	22	24	225				83
	1Е	90	20	20	120				36
	3Б	70	25	28	107				82
	+К	130	24	44	13				17
	+Л	130	20	16	13				3
Итого	–				532	–			304
Тип леса: СБР									
2	4С	90	24	36	119	29,2	0,7	II	127
	2Е	90	22	24	118				55
	1К	90	23	36	40				42
	1Л	90	26	40	26				33
	2Б	90	23	20	172				57
	+П	90	18	18	26				6
Итого	–				501	–			320
Тип леса: СЗМЯГ									
3	6Ос	85	25	28	265	27,5	0,7	II	177
	4Б	85	24	20	347				135
	+Е	85	16	16	27				4
Итого	–				639	–			316

Примечание. С – сосна, П – пихта, Е – ель, Б – береза, К – кедр, Ос – осина, Л – лиственница

Как следует из материалов табл. 1, средний возраст древостоев варьировался от 85 до 130 лет при варьировании относительной полноты от 0,6 до 0,7 и запаса от 304 до 320 м^3/га. Древостои всех пробных площадей характеризовались как смешанные, что сказалась на составе и количестве подроста (табл. 2).

Таблица 2

Состав, количество и встречаемость жизнеспособного подроста до проведения рубки в пересчете на крупный

№ ПП	Состав	Густота, шт./га	Встречаемость, %
1	5,6 П	1315	58
	3,9 Е	928	44
	0,4 ЛП	100	2
	0,1 К	12	2
Итого	6П4Е+ЛП+К	2355	–
2	5,9 П	1523	64
	1,9 Е	490	34
	1,2 К	295	16
	0,6 Б	152	10
	0,3 С	88	10
	0,1 Л	25	2
Итого	6П2Е1К1Б+С+Л	2573	–
3	5,2 ЛП	1280	44
	0,7 ОС	185	8
	2,5 К	630	36
	0,8 Е	200	8
	0,5 С	120	4
	0,2 П	50	4
	0,1 Б	13	2
Итого	5ЛП1ОС2К1Е1С+П+Б	2478	–

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что в хвойных насаждениях доминирует подрост пихты, количество которого составляет 1315 и 1523 шт./га при общем количестве подроста предварительной генерации 2355 и 2573 шт./га.

Под пологом осинового насаждения доминирует подрост липы – 1280 шт./га (51,7 %) при общем количестве жизнеспособного подроста в пересчете на крупный 2478 шт./га. Хвойный подрост представлен сосной сибирской (кедром), елью, сосной и пихтой в общей совокупности – 1000 шт./га или 40,4 %.

В указанных насаждениях проведены сплошнолесосечные рубки спелых и перестойных насаждений с применением на валке и раскряжевке

харвестера, а на трелевке древесины – форвардера. Учет подроста производился на тех же учетных площадках, что и до рубки. Исследованиями установлено, что трелевочные волока занимают 30 % площади лесосеки. Кроме того, от 3 до 5 % приходится на погрузочные площадки, т. е. до 35 % общей площади лесосеки занимают технологические элементы.

Проведение лесосечных работ с полным удалением древостоя не могло не сказаться на сохранности подроста. Так, в частности, сразу после завершения лесосечных работ жизнеспособный подрост полностью отсутствовал на трелевочных волоках и погрузочных площадках. Часть подроста была повреждена и в пасеках. Данные о количестве жизнеспособного подроста приведены в табл. 3.

Таблица 3

Состав и количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный после проведения сплошнолесосечных рубок по сортиментной технологии

№ПП	Состав	Густота, шт./га	Встречаемость, %
1	5,3 Е	653	38
	4,4 П	530	34
	0,3 ЛП	40	2
Итого	5Е5П+ЛП	1223	–
2	7,1 П	960	34
	1,5 Е	203	12
	0,7 С	100	2
	0,5 К	65	6
	0,2 Б	20	2
Итого	7П1Е1С1К+Б	1348	–
3	6,7 ЛП	655	28
	0,9 ОС	90	8
	1,2 Е	120	8
	1,2 К	120	10
Итого	7ЛП1ОС1Е1К	985	–

Данные табл. 3 свидетельствуют, что сохранность подроста варьируется на ПП от 39,7 до 52,4 %, что ниже указанного показателя согласно действующему нормативному документу по заготовке древесины. При этом количество сохраненного жизнеспособного подроста хвойных пород в соответствии с требованиями правил лесовосстановления позволяет рекомендовать в аналогичных хвойных насаждениях комбинированный, а в мягколиственных – искусственный способ лесовосстановления.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. В настоящее время идет замена традиционной технологии лесосечных работ на сортиментную.

2. При использовании сортиментной технологии при проведении сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений 30 % территории лесосеки приходится на трелевочные волока и 3–5 % на погрузочные площадки.

3. Количество жизнеспособного подроста до рубки в хвойных насаждениях составило от 2355 до 2573 шт./га в мягколиственных – 2475 шт./га.

4. В составе подроста в хвойных насаждениях доминировала пихта, на долю которой приходится 56–59 %, а в мягколиственных липа – 52 %.

5. Сохранность подроста после проведения сплошнолесосечных рубок по сортиментной технологии в хвойных насаждениях составляет 51,9–52,4 %, а в мягколиственных – 39,7 %.

6. Проведение сплошнолесосечных рубок в хвойных насаждениях требует комбинированного, а в мягколиственном – искусственного способа лесовосстановления.

7. Количество сохраненного подроста при сортиментной технологии лесосечных работ не обеспечивает выполнение нормативных требований, предусмотренных правилами заготовки древесины.

Список источников

1. Казанцева С. Г., Залесов С. В., Залесов А. С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 156 с.

2. Последствия применения сортиментной технологии при рубках спелых и перестойных насаждений / С. В. Залесов, А. Г. Магасумова, Ф. Т. Тимербулатов [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2013. № 3 (109). С. 44–46.

3. Луганский Н. А., Залесов С. В. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения. Екатеринбург : УГЛТА, 1997. 101 с.

4. Сортиментная заготовка древесины / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.

5. Оплетаев А. С., Залесов С. В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 178 с.

Научная статья
УДК 630*233:631*618

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

Константин Викторович Бобрешов[1], Инна Вячеславовна Голядкина[2], Элла Игоревна Трещевская[3]
[1–3] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] 1993177.21@mail.ru
[2] golyadkina@vgltu.ru
[3] ehllt@yandex.ru

Аннотация. Для ликвидации отрицательного влияния хвостохранилищ на окружающую среду проводится лесная рекультивация. В статье приводятся показатели приживаемости и роста 11 древесных и кустарниковых пород в условиях хвостохранилища Лебединского горно-обогатительного комбината (ГОКа) Курской магнитной аномалии (КМА).

Ключевые слова: нарушенные земли, хвостохранилище, лесные культуры

Для цитирования: Бобрешов К. В., Голядкина И. В., Трещевская Э. И. Лесные культуры на хвостохранилище Лебединского ГОКа Курской магнитной аномалии // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 57−61.

Original article

FOREST CROPS AT THE TAILING DUMP OF THE LEBEDINSKY MINING AND PROCESSING PLANT OF THE KURSK MAGNETIC ANOMALY

Konstantin V. Bobreshov[1], Inna V. Golyadkina[2], Ella I. Treschevskaya[3]
[1–3] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] 1993177.21@ mail.ru
[2] golyadkina@vgltu.ru
[3] ehllt@yandex.ru

Abstract. To eliminate the negative influence of the tailing dumps on the environment, forest recultivation is being carried out. The article gives

© Бобрешов К. В., Голядкина И. В., Трещевская Э. И., 2026

the survival and growth rates of 11 tree and shrub species in the conditions of the tailing dump of the Lebedinsky mining and processing plant of the Kursk Magnetic Anomaly.

***Keywords*:** disturbed lands, tailing dump, forest crops

For citation: Bobreshov K. V., Golyadkina I. V., Treschevskaya E. I. (2026) Lesny`e kul`tury` na xvostoxranilishhe Lebedinskogo GOKa Kurskoj magnitnoj anomalii [Forest crops at the tailing dump of the Lebedinsky mining and processing plant of the Kursk Magnetic Anomaly]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 57–61. (In Russ).

Экономическое и социальное развитие нашей страны сопровождается все более интенсивным взаимодействием человека и природы, которое необходимо человеку и носит в большинстве своем позитивный характер. Однако некоторые изменения сопровождаются отрицательными последствиями [1]. Наиболее значительные изменения природных ландшафтов влечет за собой горнодобывающая промышленность. Возникающие новые техногенные формы не могут быть восстановлены самой природой в короткие сроки [2]. Создание защитных лесных насаждений в техногенных ландшафтах, в том числе на хвостохранилищах, позволяет снизить вредное влияние экзогенных факторов и улучшить экологическое состояние региона [3]. Исследования проводились в культурах, высаженных на хвостохранилище «Грачев лог» Лебединского ГОКа КМА, которое представляет собой место складирования отходов по переработке железной руды и занимает площадь около 1200 га.

Хвостохранилище в сильной мере подвержено дефляции, так как содержание мелкозема, то есть фракций диаметром менее 1 мм, составляет от 66 до 88 %. Исследования проводились согласно стандартным методикам, применяемым в практике таксации и лесных культур. Статистическая обработка данных выполнялась на ЭВМ с использованием пакета прикладных программ EXCEL. STATISTICA с установлением средней величины, ошибок, точности и достоверности опыта.

В верхней части хвостохранилища были высажены 16 пород, 8 из которых погибли в процессе дальнейших производственных работ. Характеристика оставшихся экземпляров, а также характеристика древесных и кустарниковых пород в средней и нижней частях хвостохранилища приводится в таблице.

Известно, что немаловажное влияние на приживаемость и рост лесных культур оказывают физические и водные свойства почв [3]. В верхней части хвостохранилища на гибель культур повлияли неудовлетворительные воздушные и физические свойства, а также значительное иссушение грунта

(на глубину до 70 см). Из таблицы видно, что относительно высокую приживаемость (54,2–31,3 %) имеют шелюга и ива белая, высаженные черенками длиной до 60 см. Они же характеризуются более интенсивным ростом. У ивы прирост в высоту больше, чем у других пород, в 1,4–11,7 раза. Следует отметить, что высота и диаметр культур во многом определялся размерами черенков и сеянцев, применяемых при посадке. Этим объясняется максимальная высота (35,5 см) клена ясенелистного.

Характеристика лесных культур на хвостохранилище «Грачев лог»

Древесные и кустарниковые породы	Приживаемость, %	Биометрические показатели		
		Прирост	Высота	Диаметр
		см		
Верхняя часть				
1. Ива белая	31,3	8,22±1,11	8,2±1,1	0,54±0,03
2. Карагана древовидная	14,5	1,00±0,00	23,3±1,8	0,26±0,02
3. Клен ясенелистный	9,4	1,00±0,00	35,5±5,8	0,35±0,04
4. Лох узколистный	18,1	3,15±0,82	17,3±1,8	0,35±0,03
5. Робиния лжеакация	7,3	0,92±0,07	29,5±3,5	0,36±0,05
6. Шелюга	54,2	6,05±1,17	8,1±1,2	–
7. Шиповник обыкновенный	6,3	2,00±0,20	7,0±0,4	0,40±0,07
8. Ясень зеленый	16,7	0,70±0,00	13,0±2,0	0,30±0,02
Средняя часть				
1. Жимолость татарская	40,5	2,44±0,41	11,9±2,0	0,18±0,03
2. Карагана древовидная	66,7	1,87±0,15	22,8±1,6	0,28±0,01
3. Клен татарский	23,8	1,67±0,18	12,4±1,2	0,16±0,03
4. Клен ясенелистный	20,6	2,23±0,37	25,7±3,0	0,34±0,06
5. Лох узколистный	38,1	4,82±0,91	20,5±1,5	0,31±0,01
6. Робиния лжеакация	52,4	3,09±0,40	16,6±1,1	0,38±0,02
7. Сосна крымская	17,9	1,30±0,10	6,4±0,4	–
8. Сосна обыкновенная	8,6	1,67±0,26	7,0±0,8	–
9. Шиповник обыкновенный	2,4	1,00±0,00	8,0±0,0	0,20±0,00
10. Ясень зеленый	33,3	1,14±0,47	9,4±1,1	0,31±0,02
11. Ясень обыкновенный	7,1	2,16±0,80	7,7±1,0	0,27±0,03
Нижняя часть				
1. Карагана древовидная	2,4	1,05±0,40	8,0±0,7	–
2. Клен татарский	4,8	1,00±0,00	16,0±0,5	0,37±0,04
3. Клен ясенелистный	15,9	12,07±2,00	24,5±3,5	0,37±0,05
4. Шелюга	39,7	77,50±5,44	77,5±5,44	0,45±0,02
5. Шиповник обыкновенный	9,1	1,00±0,00	20,1±3,2	0,20±0,09
6. Ясень зеленый	14,3	0,80±0,00	8,0±0,4	–

В средней части хвостохранилища из 16 высаженных пород сохранились 11, так как опытные участки были нарушены в меньшей степени. Отложившийся в процессе горнотехнической рекультивации суглинок мощностью до 10 см в период иссушения растрескивался на плиты толщиной 3–7 см. В таких условиях полностью погибли береза повислая, ива белая, шелюга, липа мелколистная и тополь белый. Максимальная приживаемость отмечена у караганы древовидной, робинии лжеакации, жимолости татарской, лоха узколистного и ясеня зеленого, у которых она колеблется от 66,7 до 33,3 %. Прирост в высоту у всех пород в этой части хвостохранилища колеблется в незначительном диапазоне, от 1,00 до 4,82 см. Максимальный прирост характерен для лоха узколистного. У сосны крымской и ясеня зеленого он в 3,7–4,2 раза меньше, чем у лоха. Наибольшая высота и диаметр (25,7 и 0,34 см) характерны для клена ясенелистного, наименьшие – для сосны крымской.

В нижней части хвостохранилища после посадки лесных культур произошли значительные изменения. Сильнее, чем в средней и верхней частях поднялся уровень воды, что привело к затоплению 8 рядов лесных культур. Мощность намытого суглинка составила от 5 до 40 см. В результате 10 древесных и кустарниковых пород полностью погибли. Из сохранившихся культур наибольшая приживаемость (39,7 %) отмечается у шелюги; средняя (15,9–14,3 %) – у клена ясенелистного и ясеня зеленого, очень низкая (2,4–9,1 %) – у караганы, клена татарского и шиповника. Что касается прироста культур в высоту, то он колеблется в значительных пределах, от 0,80 до 77,50 см. Максимальный прирост характерен для культур шелюги, который в 6,5 раз больше, чем у клена ясенелистного и в 77 раз больше, чем у остальных пород, что объясняется благоприятным для нее гидротермическим режимом.

Таким образом, проанализировав показатели приживаемости и роста лесных культур на хвостохранилище, можно сделать следующие выводы:

1. В верхней части лучшими показателями характеризуются ива белая (*Salix alba* L.), шелюга (*Salix acutifolia* Willd.) и лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.).

2. Для закрепления средней части хвостохранилища максимально подходят лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.).

3. Лучшие результаты в условиях нижней части хвостохранилища показали культуры шелюги (*Salix acutifolia* Willd.) и клена ясенелистного (*Acer negundo* L.).

4. Во всех частях хвостохранилища полностью погибли береза повислая (*Betula pendula* Roth), тополь белый (Populus alba L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и почти полностью – ясень обыкновенный (*Fraxinus*

excelsior L.). Следовательно, данные породы нельзя применять при лесной рекультивации хвостохранилищ. Эти выводы являются предварительными и требуют дальнейшего уточнения.

Список источников

1. Оценка эффективности рекультивации хвостохранилища Урупского ГОК по выполнению почвой экологических функций / Е. С. Храпай [и др.] // Рекультивация нарушенных земель: технологии, эффективность и биоразнообразие : сборник научных трудов всероссийской научно практической конференции. Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2024. С. 170–171.

2. Совершенствование способов рекультивации различных видов нарушенных земель / С. В. Залесов [и др.] // Рекультивация нарушенных земель: технологии, эффективность и биоразнообразие: сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2024. С. 28–31.

3. Защитные лесные полосы как составная часть мероприятий по биологической рекультивации техногенно нарушенных земель / Э. И. Трещевская [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 252. СПб. : СПбГЛТУ, 2025. С. 22–39.

Научная статья
УДК 630:551.556.

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕПРЕССИЯ ОЗЕР ГНПП «БУРАБАЙ» КАК ФАКТОР УСЫХАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ СОСНОВЫХ БОРОВ (2019–2020 ГГ.)

Юлия Сергеевна Боссерт[1], Евгений Владимирович Архипов[2]
[1] Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия
[2] Государственный национальный природный парк «Бурабай», п. Бурабай, Казахстан
[1, 2] nauka_burabai@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты двухлетнего мониторинга (2019–2020 гг.) на шести ключевых озерах, зафиксировавшие снижение уровней, напрямую зависящее от климатических факторов. Необходим срочный пересмотр стратегий управления для защиты лесогидрологического баланса региона.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, климатическая изменчивость, гидрологическая депрессия, усыхание прибрежных сосновых боров

Для цитирования: Боссерт Ю. С. Архипов Е. В. Гидрологическая депрессия озер ГНПП «Бурабай» как фактор усыхания прибрежных сосновых боров (2019–2020 гг.) // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 62−66.

Original article

HYDROLOGICAL DEPRESSION OF THE LAKES OF THE “BURABAY” STATE NATIONAL NATURE PARK AS A FACTOR IN THE DRYING OUT OF COASTAL PINE FORESTS (2019–2020)

Yulia S. Bossert[1], Evgeny V. Arkhipov[2]
[1] Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia
[2] Burabay State National Nature Park, Burabay, Kazakhstan
[1, 2] nauka_burabai@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of two-year monitoring (2019–2020) on six key lakes, which recorded a decrease in levels directly related

© Боссерт Ю. С., Архипов Е. В., 2026

to climate factors. There is an urgent need to revise management strategies to protect the region's forest-hydrological balance.

Keywords: recreational load, climate variability, hydrological depression, drying out of coastal pine forests

For citation: Bossert Yu. S. Arkhipov E. V. (2026) Gidrologicheskaya depressiya ozer GNPP “Burabaj” kak faktor usy`xaniya pribrezhny`x sosnovy`x borov (2019–2020 gg.) [Hydrological depression of the lakes of the «Burabay» state national nature park as a factor in the drying out of coastal pine forests (2019–2020)]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 62–66. (In Russ).

Водоемы ГНПП «Бурабай» являются важным компонентом лесоозерных ландшафтов и основой Щучинско-Боровской курортной зоны [1]. На рисунке *а* показано географическое расположение исследуемых озер, на рисунке *б* озеро Боровое и Большое Чебачье.



а *б*

Географическое расположение озер ГНПП «Бурабай»

Многолетние исследования показывают существенное снижение уровней воды (оз. Щучье – более 14 м, оз. Большое Чебачье, – 10,8 м [2], что ставит под вопрос долгосрочную устойчивость курортной зоны.

Ключевая проблема лесоозерного комплекса – продолжающееся падение уровня воды, обусловленное климатическими сдвигами, критически изменяет микроклимат прибрежной полосы [3]. Это нарушает водный баланс прилегающих лесных массивов, провоцируя усыхание реликтовых сосновых боров. Таким образом, сохранение прибрежных лесов и озер становится неразделимой задачей в условиях высокой и зачастую нерегулируемой рекреационной нагрузки. В 2019–2020 гг. Институт географии

и природопользования МНК «Астана» и научный отдел ГНПП «Бурабай» провели локальный мониторинг на шести ключевых водоемах [4].

Исследования включали ежедневный замер уровня воды и ежемесячный трехкратный гидрохимический анализ pH, ОВП, S, TDS с июня 2019 по декабрь 2020 г. Минерализация воды подвержена выраженной сезонной цикличности (снижение весной за счет талых вод; рост зимой за счет криоконцентрации).

В озерах Малое Чебачье и Жукей средняя минерализация (4500–4700 мг/л) многократно превышает предельно допустимые нормы TDS (< 1000 мг/л), что подчеркивает их соленый характер и особую уязвимость к испарению и климатическому осушению (табл. 1, 2) [6].

Таблица 1

Качество воды за 2019 г.

Озера	Показатели			
	pH (ср.)	ОВП mV	TDS (ср.) мг/л	S мкСм/см
Нормативы по Класс. № 151 [4]	6,5–8,5	–	1000–1300	–
Нормативы по СП № 209 [5]	6,0–9,0	–	до 1000	–
Щучье	7,16–8,61 (7,99)	132–320	345–495 (388)	505–737
Боровое	6,98–8,48 (7,92)	162–295	156–268 (214)	220–399
Большое Чебачье	6,4–9,18 (8,22)	166–301	757–1249 (999)	1020–1836
Малое Чебачье	7,94–10,01 (8,49)	147–329	4040–4950 (4500)	3770–7350
Котарколь	7,9–9,22 (8,46)	128–308	698–1069 (810)	914–1470
Жукей	7,4–9,21 (8,49)	140–322	2100–6360 (4770)	2110–9420

Таблица 2

Качество воды в озерах за 2020 г.

Озера	Показатели			
	pH(ср.)	ОВП mV	TDS (ср.)мг/л	S мкСм/см
Нормативы по Класс. № 151 [4]	6,5–8,5	–	1000–1300	–
Нормативы по СП № 209 [5]	6,0–9,0	–	до 1000	–
Щучье	7,66–9,75 (8,44)	88–324	170–700 (444)	253–813
Боровое	7,0–9,9 (7,79)	65–313	181–1067 (277)	157–1594
Большое Чебачье	7,0–11,39 (8,57)	117–302	332–1238 (1037)	497–1852
Малое Чебачье	7,75–9,62 (8,56)	135–301	2790–5050 (4310)	2350–7530
Катарколь	6,63–9,09 (8,56)	114–279	447–1052 (858)	668–1504
Жукей	7,85–9,14 (8,78)	87–302	2820–7160 (4740)	2270–9490

Примечание: в скобках указана средняя величина.

Во всех озерах, кроме Бурабай, наблюдается общая тенденция к снижению уровней воды. К концу 2020 г. уровни установились на 15–35 см ниже минимальных отметок 2019 г.

Динамика уровней напрямую связана с соотношением осадков и температуры (табл. 3).

Соотношение осадков и температуры

Год	Характеристика	Влияние на водный баланс
2019	Осадки выше нормы. Лето прохладное	Благоприятный. Низкая Т привела к снижению испарения 655–550 мм и кратковременному повышению уровней
2020	Осадки ниже нормы. Теплого периода значительно выше нормы	Неблагоприятный. Высокая Т спровоцировала увеличение испарения 862–832 мм, что вызвало гидрологическую депрессию

Низкий объем осадков и высокая летняя температура 2020 г. стали основными климатическими факторами, которые привели к дефициту водного баланса.

Снижение уровня воды в озерах и гидрологическая депрессия оказывают прямое негативное влияние на лесную экосистему, нарушая лесогидрологический баланс прибрежной полосы.

1. Нарушение микроклимата: водная поверхность выступает терморегулятором и источником локального увлажнения для сосновых боров. Уменьшение водного зеркала и падение уровня грунтовых вод приводит к резкому снижению влажности почвы и воздуха в корнеобитаемом слое.

2. Экологический стресс (усыхание): нарушение транспирационного режима деревьев: сосна обыкновенная (*pinus sylvestris* L.), береза пушистая (*betula pubescens* Ehrh.), береза повислая (*betula pendula* Roth), ива (*salix*), а также травянистых видов растений, таких как клюква болотная (*oxycoccus palustris Pers*), лук желтоватый (*allium flavescens* L.), гуперция баранец (*Huperzia selago*), адаптированных к более влажным условиям, вызывает физиологический стресс. Этот стресс проявляется в снижении жизненного тонуса крон и массовом усыхании деревьев (появлении сухостоя и гибели краснокнижных растений).

3. Гидрологическая роль леса: усыхание лесов, в свою очередь, уменьшает их способность регулировать поверхностный сток, что в долгосрочной перспективе может усугубить водный дефицит.

В условиях климатического дефицита повышенная рекреационная и антропогенная нагрузка (неконтролируемый сток, загрязнение от инфраструктуры) является критическим фактором дигрессии, который усугубляет последствия климатического осушения и ускоряет деградацию лесных и водных ресурсов.

В заключение можно сделать вывод, что устойчивость лесоозерного комплекса ГНПП «Бурабай» находится под угрозой из-за гидрологической депрессии и изменения микроклимата, прямо ведущих к усыханию реликтовых сосновых боров.

Для обеспечения долгосрочной стабильности необходимы:

1. Оценка лесогидрологического баланса с учетом климатических трендов.

2. Экологически обоснованное лимитирование рекреационной нагрузки и строгое соблюдение режима водоохранных зон.

3. Разработка лесоводственных мероприятий по повышению устойчивости прибрежных сосновых насаждений к засухе, в том числе через регулирование рубок ухода и защиту от вредителей.

Список литературы

1. Беклемишев Н. Д. Курорт Боровое. Академия наук Казахской ССР. Алма-Ата, 1958. 160 с.

2. Архипов Е. В., Пятова Г. А., Пятов Е. А. О результатах гидрологических наблюдений на озерах ГНПП «Бурабай» за 2019–2020 годы // География и водные ресурсы. 2022. С. 3–11.

3. Пятов Е. А. Озера Щучинско-Боровской курортной зоны – синдром Аральского моря // Водные ресурсы и водопользование. Астана. № 6 (125). 2014. С. 41–48.

4. Пятова Г. А., Акиянова Ф. Ж., Пятов Е. А. Гидрогеологические условия Щучинско-Боровской курортной зоны и влияние изменения климата на режим подземных вод : материалы международной науч.-практ. конф. к 20-летию создания Государственного национального природного парка «Бурабай», «Инновации в сохранении и устойчивом развитии лесных экосистем». Бурабай, 2020. С. 191–195.

5. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» : Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан 16 марта 2015 года № 209.

Научная статья
УДК 630*182.46

СЕЗОННЫЙ РИТМ РОСТА АПИКАЛЬНЫХ ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ПОБЕГОВ СОРТОВ *SYRINGA VULGARIS* L. НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Марина Юрьевна Букина[1], Георгина Гурамовна Тухашвили[2], Елена Александровна Тишкина[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] len.buckina@yandex.ru
[2] ugtukh@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию роста сирени обыкновенной. Работа была выполнена с конца апреля по сентябрь 2024 г. в сирингарии Ботанического сада УрО РАН.

Ключевые слова: *Syringa vulgaris,* сорта, побеги

Для цитирования: Букина М. Ю., Тухашвили Г. Г., Тишкина Е. А. Сезонный ритм роста апикальных вегетативных и генеративных побегов сортов *Syringa vulgaris* L. на Среднем Урале // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 67−71.

Original article

SEASONAL GROWTH RHYTHM OF APICAL VEGETATIVE AND GENERATIVE SHOOTS OF *SYRINGA VULGARIS* L. VARIETIES IN THE MIDDLE URALS

Marina Yu. Bukina[1], Georgina G. Tukhashvili[2], Elena A. Tishkina[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] len.buckina@yandex.ru
[2] ugtukh@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru

Abstract. This article is devoted to the research of common lilac (*Syringa vulgaris)* growth. The work was performed from the end of April to September

© Букина М. Ю., Тухашвили Г. Г., Тишкина Е. А., 2026

2024 in the laboratory of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Keywords: *Syringa vulgaris,* varieties, shoots

For citation: Bukina M. Yu., Tukhashvili G. G., Tishkina E. A. (2026) Sezonny`j ritm rosta apikal`ny`x vegetativny`x i generativny`x pobegov sortov *Syringa vulgaris* L. na Srednem Urale [Seasonal growth rhythm of apical vegetative and generative shoots of *Syringa vulgaris* L. varieties in the Middle Urals]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 67–71. (In Russ).

Сирень является одним из популярных и красивоцветущих кустарников [1–3].

Работа была выполнена с конца апреля по сентябрь 2024 г. в сиринга-рии Ботанического сада УрО РАН. Объекты – 4 сорта сирени обыкновенной «Защитникам Бреста», «Олимпиада Колесникова», «Память о Колесникове» и «Капитан Гастелло» в возрасте 12 лет.

Раскрытие почек наблюдалось 17 апреля. На 2 мая у двух сортов *Syringa vulgaris* L., у которых присутствовали генеративные побеги, – это «Олимпиада Колесникова» и «Капитан Гастелло» – генеративные побеги находились на стадии набухания почек. Уже 10 мая наблюдался максимальный пик роста генеративных побегов у обоих сортов, они стали длиннее. К 12 мая генеративные побеги продолжали расти, но намного медленнее. На 16 мая рост генеративных побегов продолжался.

На 4 мая у всех четырех сортов *Syringa vulgari*s L. вегетативные побеги находились на стадии распускания почек, что свидетельствует о начале роста. Уже 10 мая наблюдался апикальный рост вегетативных побегов, они стали длиннее. У сорта «Защитникам Бреста» роста вегетативных побегов не происходило.

12 мая рост вегетативных побегов продолжался. Это привело к росту общей массы растения и более эффективному использованию света в процессе фотосинтеза. Начался активный рост вегетативных побегов у сорта «Защитникам Бреста».

К 16 мая линейный рост вегетативных побегов продолжался, листья становились длиннее. Здесь наблюдался пик роста вегетативных побегов у таких сортов, как «Олимпиада Колесникова», «Защитникам Бреста», «Капитан Гастелло». А также на 16 мая приходился пик роста генеративных побегов у обоих сортов *Syringa vulgar*is L.

На 19 мая наблюдался пик роста вегетативных побегов сорта «Память о Колесникове». Рост вегетативных побегов продолжался. 22 мая рост вегетативных и генеративных побегов присутствовал, но постепенно снижался.

У сорта «Олимпиада Колесникова» прекратился рост вегетативных побегов, они достигли своего максимального размера и развития.

Уже 25 мая прекратился вегетативный рост у таких сортов, как «Защитникам Бреста» и «Капитан Гастелло». Наблюдался активный линейный рост генеративных побегов и переход в стадию цветения. Бутоны сорта «Защитникам Бреста» имеют светло-сиреневый цвет, а сорта «Память о Колесникове» – белый.

31 мая генеративные побеги продолжали расти и цвести, в то время как рост вегетативных побегов закончился у сорта «Память о Колесникове». К этому времени все вегетативные побеги четырех сортов сирени обыкновенной завершили свой рост, достигнув максимальных размеров.

На 8 июня закончилась стадия цветения у обоих сортов. Цветки начали усыхать, наблюдалось прекращение пыления. Также рост генеративных побегов остановился. 15 июня произошло окончательное усыхание лепестков. С 23 июня полностью прекратился рост генеративных побегов у обоих сортов. Они достигли своего максимального размера. У сорта «Память о Колесникове» произошла следующая стадия – формирование плодов.

С 3 июля не наблюдался рост ни вегетативных, ни генеративных побегов. С 4 августа прекратился рост вегетативных побегов сортов «Защитникам Бреста» и «Память о Колесникове». А уже с 25 августа рост вегетативных побегов завершился и у двух исследуемых сортов сирени обыкновенной «Капитан Гастелло» и «Олимпиада Колесникова».

7 сентября у трех сортов («Защитникам Бреста», «Память о Колесникове» и «Олимпиада Колесникова») формировались почки на вегетативных побегах. 22 сентября у сорта «Капитан Гастелло» также формировались почки. С наступлением осени сирень приспособилась к новым условиям среды, таким как похолодание и сокращение продолжительности дня. В связи с этим после 22 сентября у всех четырех сортов *Syringa vulgaris* L. листва, которая весь летний период сохраняла зеленый цвет, постепенно трансформировалась, окрашиваясь в желтый, оранжевый и коричневый. Также произошел сброс листьев. Это сократило площадь, на которую могут воздействовать ветра и снега, тем самым минимизируя вероятность механических повреждений.

Вдобавок опавшие листья создали вокруг ствола защитную подстилку, которая помогает удерживать влагу в земле и оберегает корни от перепадов температур. Все эти изменения служат подготовкой к зиме, укрепляя и обеспечивая его возможность к восстановлению весной.

Сезонная ритмика апикального роста генеративных и вегетативных побегов всех сортов сирени обыкновенной представлена на рис. 1 и 2.

Установлено максимальное значение прироста генеративных побегов у сорта «Защитникам Бреста» – 3,40 см / 7 дн., минимальное – у «Олимпиада Колесникова» (2,32 см / 7 дн.). Активный рост генеративных побегов наблюдался в первые три недели, пики приходятся на 3-ю неделю (20.05–26.05).

С 7-й недели (с 17.06) рост останавливается. Одновременно растения зацветают, цветение длится 19 дн.

В то время как у вегетативных побегов максимальное значение выявлено у сорта «Память о Колесникове» (4,38 см / 7 дн.), а минимальное – у сорта «Капитан Гастелло» (1,32 см / 7 дн.). Активный прирост вегетативных побегов установлен в первые три недели (с 6.05 по 26.05). После достижения максимальных значений идет снижение прироста одновременно у всех сортов до 7-й недели, также как и у генеративных побегов. Полная остановка роста вегетативных побегов наблюдается в период с 11 августа у «Защитникам Бреста», «Память о Колесникове» и «Капитан Гастелло» по 25 августа – у «Олимпиада Колесникова».

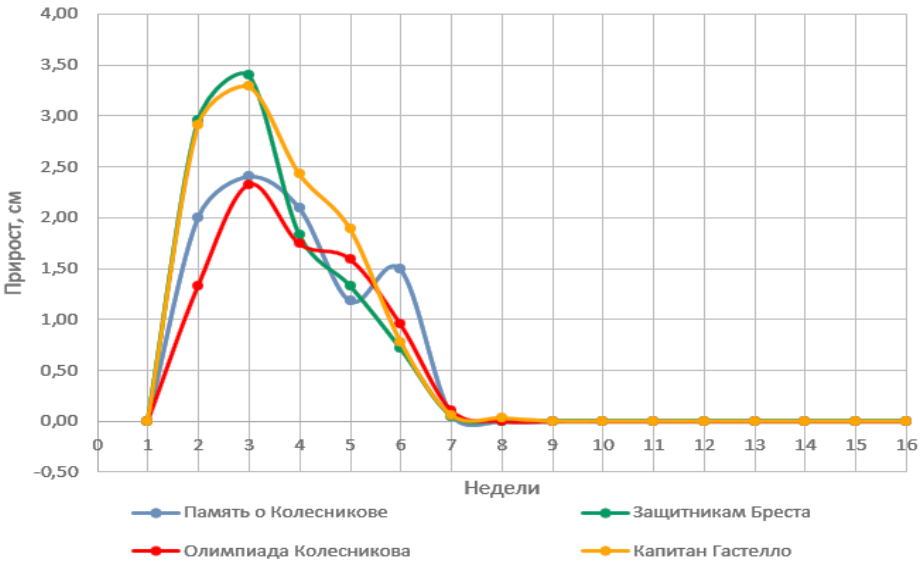


Рис. 1. Ритмика апикального роста генеративных побегов *Syringa vulgaris* L.

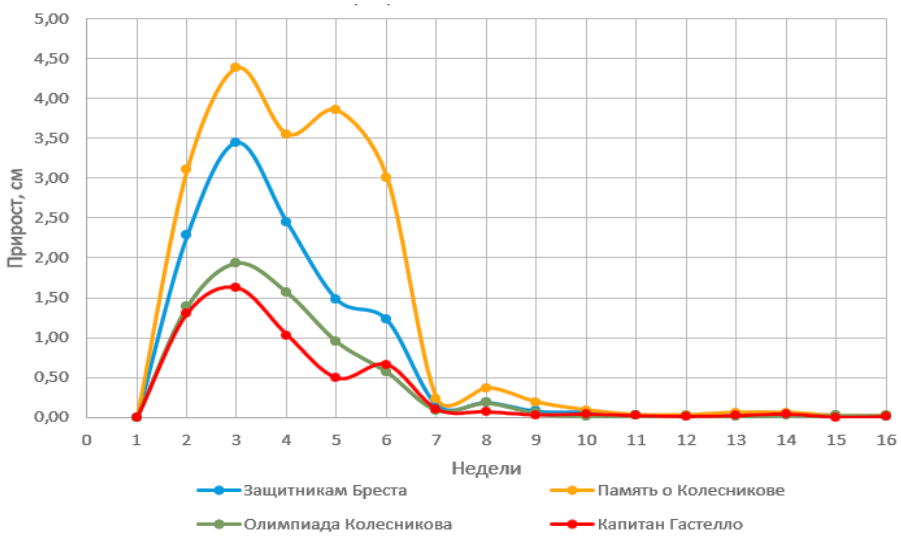


Рис. 2. Ритмика апикального роста вегетативных побегов *Syringa vulgaris* L.

Проведенные исследования показали, что ритмика сезонного развития изучаемых сортов *Syringa* имеет свои специфические особенности, тем не менее ритмичность вегетативных и генеративных побегов совпадает. Сезонные динамики сортов отличаются по скорости.

Таким образом, морфометрические показатели являются важным инструментом в изучении экологии и физиологии растений и помогают определить наиболее приспособленный сорт для озеленения в местных условиях.

Список источников

1. Полякова Н. В., Путенихин В. П., Вафин Р. В. Сирени в Башкирском Предуралье: интродукция и биологические особенности. Уфа : Гилем, 2010. 164 с.

2. Окунева И. Б. Сирень. Уход, обрезка, размножение, сорта. М. : Фитон XXI, 2019. 290 с.

3. Tishkina E. A., Semkina L. A. Duration of phenophases of *Syringa sweginzowii* Koehne & Lingelsh. and *Syringa komarowii* C. K. Schneid. sections Villosae C. K. Schneid and features of their growth in the conditions of the Middle Urals // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 480. P. 02015.

Научная статья
УДК 630.181:631.53

СТЕРИЛИЗАЦИЯ *ACTINIDIA POLYGAMA* (SIEBOLD & ZUCC.) PLANCH. EX MAXIM., *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (MAXIM.) MAXIM., *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL. ПРИ ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Мария Витальевна Вайтнер[1], Екатерина Александровна Павленко[2], Елена Геннадьевна Мартюшова[3], Татьяна Ивановна Фролова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] maryavaitner@gmail.com
[2] 79533944782@mail.ru
[3] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[4] frolovati@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований эффективности дополнительных стерилизующих агентов при введении в культуру *in vitro Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. произрастающих на территории УСЛК.

Ключевые слова: *in vitro*, стерилизация, микроразмножение, актинидия, лимонник

Для цитирования: Стерилизация *Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) Planch. ex maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. при введении в культуру in vitro / М. В. Вайтнер, Е. А. Павленко, Е. Г. Мартюшова, Т. И. Фролова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 72−76.

© Вайтнер М. В., Павленко Е. А., Мартюшева Е. Г., Фролова Т. И., 2026

Original article

STERILIZATION OF *ACTINIDIA POLYGAMA* (SIEBOLD & ZUCC.) PLANCH. MAXIM., *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (MAXIM.) MAXIM., *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL. WHEN INTRODUCED INTO THE CULTURE *IN VITRO*

Maria V. Vaitner[1], Ekaterina A. Pavlenko[2], Elena G. Martyushova[3], Tatiana I. Frolova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] maryavaitner@gmail.com
[2] 79533944782@mail.ru
[3] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[4] frolovati@m.usfeu.ru

Abstract. The article presents the results of research on the effectiveness of additional sterilizing agents when introduced into the culture in vitro by *Actinidia polygama* (siebold & Zucc.) Planch. ex Maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. growing on the territory of the Ural garden of forest crops.

Keywords: *in vitro*, sterilization, micropropagation, actinidia, magnolia vine

For citation: Sterilizaciya *Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) planch. ex maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) baill. pri vvedenii v kul`turu *in vitro* [Sterilization of *Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. when introduced into culture *in vitro*] (2026) M. V. Vaitner, E. A. Pavlenko, E. G.Martyushova, T. I. Frolova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 72–76. (In Russ).

Актинидия (*Actinidia* Lindl.) – древовидная лиана, принадлежащая к семейству *Actinidiaceae*. Светолюбивая зимостойкая культура, устойчивая к различным фитопатогенам. Декоративная лиана используется в благоустройстве в качестве элемента вертикального озеленения. Помимо декоративных качеств обладает и пищевой ценностью, плоды употребляют в пищу в свежем и переработанном виде (варенья, компоты и т. д.). В традиционной медицине используется как витаминное, укрепляющее средство [1]. Размножают дуговыми отводками, зелеными и древесными черенками [2].

Лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill), листопадная лиана семейства *Schisandraceae*. Умеренно светолюбивая и зимостойкая

культура, предпочитает рыхлые, дренированные почвы, медонос. Применяется в народной и в традиционной медицине как тонизирующее средство. Используют в озеленении как декоративную шпалерную лиану. Размножается преимущественно зелеными черенками [2].

Работы проводились в «Лаборатории клонального микроразмножения древесных и кустарниковых растении» УГЛТУ с использованием общепринятых методик и методик стерилизации, разработанных в лаборатории [3, 4].

Объектом изучения являются *A. polygama* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Maxim и женские формы *A. kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Sch. chinensis* (Turcz.) Baill. Одревесневшие и зеленые побеги брали у растений 31–45-летнего возраста, произрастающих на территории ботанического сада ФГБОУ ВО УГЛТУ «Уральский сад лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова» (УСЛК).

Основной проблемой введения растений в культуру *in vitro* является получение жизнеспособных и стерильных эксплантов. Стерильность растительного материала зависит от многих факторов, в числе которых применяемые стерилизующие агенты, длительность экспозиции, этапы стерилизации и срок сбора материала.

Стерилизация эксплантов актинидии и лимонника производилась в два этапа.

На первом этапе, в нестерильных условиях, удаление поверхностного загрязнения эксплантов производили мыльным раствором в течение 25 мин, после этого промывали проточной водой в течение трех минут.

Для изучения эффективности дополнительных стерилизующих агентов экспланты были распределены на три группы:

1 группа – 3 %–й раствор перекиси водорода;

2 группа – 10 %–й раствор «белизна»;

3 группа – 1 %–й раствор $KMnO_4$.

В рабочих растворах выдерживали по 20 мин. После обработки промывали в стерильном дистилляте (10 мин).

На втором этапе в стерильных условиях ламинар-бокса дезинфекция проходила по схеме:

- 1 мин – этиловый спирт 96 %;
- 10 мин – 20 %-ная белизна + мертиолят 0,025 %;
- стерильный дистиллят в течение 5 мин в трех повторах.

После стерилизации, экспланты помещались на питательную среду MS с добавлением различных концентраций ауксинов и цитокининов и выдерживались в термостате при температуре 24 °С 10 дней.

Дальнейшее культивирование происходило в растильне при 24–26 °С, с 16-часовым световым днем, при влажности 70 %. Контроль наличия инфекции производили каждые 7 дней. Опыт повторяли мае, июле, октябре, декабре.

Результаты исследований представлены в таблице.

Эффективность дополнительных стерилизующих агентов,
применяемых при введении в культуру *in vitro*

Сроки	1-й этап стерилизации, дополнительный стерилизатор	2-й этап стерилизации, основные стерилизаторы	Стерильные экспланты, %	Инфицированные экспланты, %
Весна	3 % перекись водорода	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	56,25	43,75
	1 % раствор $KMnO_4$	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	0,00	100
	10 % «Белизна»	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	63,21	36,79
Лето	3 % перекись водорода	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	8,33	91,67
	1 % раствор $KMnO_4$	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	54,82	45,18
	10 % «Белизна»	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	75,86	21,14
Осень	3 % перекись водорода	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	96,77	3,23
	10 % «Белизна»	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	98,21	1,79
	1 % раствор $KMnO_4$	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	91,67	8,33
Зима	3 % перекись водорода	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	72,23	27,27
	10 % «Белизна»	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	89,63	10,37
	1 % раствор $KMnO_4$	96 % этил. спирт, 20 % белизна, 0,025 % мертиолят	84,15	15,85

Анализ результатов, полученых во время эксперемента, показал, что 3 %-ный раствор перекиси водорода имеет максимальную эффективность в осенний (96,77 %) и зимний (72,73 %) периоды, максимально низкую эффективность этот стерилизующий агент показал в летний период (8,33 %). Эффективность 1 %-ного раствора $KMnO_4$ наблюдалась в осенний (91,67 %)

и зимний (84,15 %), в летний и весенний периоды этот стерилизующий агент был малоэффективен. 10 %-ный раствор «белизны» показал свою эффективность на протяжении всего года, но показал некоторую разницу в эффективности: осенью 98,21 % и весной – 63,21 %.

Список источников

1. Пояркова А. И. Флора СССР / ред. тома Б. К. Шишкин, Е. Г. Бобров. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1949. Т. 15. С. 186–190.

2. Колбасина Э. И. Ягодные лианы и редкие кустарники. М. : Издательский Дом МСП, 2003.

3. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М. : Наука, 1964. 272 с.

4. Клональное микроразмножение форзиции яйцевидной (*Forsythia ovata* Nakai) и жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.) Ботанического сада УГЛТУ УСЛК имени проф. Л. И. Вигорова / Е. Г. Мартюшова, П. А. Мартюшов, А. Н. Марковская., С. В. Залесов. Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41. № 6. С. 492–494.

Научная статья
УДК 57.085.23

ЦИТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЕСХЛОРОФИЛЬНОГО КАЛЛУСА РОСЯНКИ АНГЛИЙСКОЙ (*DROSERA ANGLICA* HUDS.)

Анна Александровна Валеева[1], Ольга Николаевна Ситникова[2]
[1, 2] Костромской государственный университет, Кострома, Россия
[1] zarapkachy-chy@mail.ru
[2] sitnikova.olga1989@yandex.ru

Аннотация. Микроклональное размножение позволяет восстанавливать краснокнижные виды, сохраняя их видовые признаки. Один из вариантов анализа результата при подборе технологии размножения является цитофизиологический анализ каллуса.

Ключевые слова: *Drosera anglica*, *Росянка английская*, микроклонирование растений, биотехнология, каллус

Для цитирования: Валеева А. А., Ситникова О. Н. Цитофизиологический анализ бесхлорофильного каллуса Росянки английской (*Drosera Anglica* Huds.) // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 77−80.

Original article

CYTOPHYSIOLOGICAL ANALYSIS OF NON-CHLOROPHYLL CALLUS OF ENGLISH SUNDEW (*DROSERA ANGLICA* HUDS.)

Anna A. Valeeva[1], Olga N. Sitnikova[2]
[1,2] Kostroma State University, Kostroma, Russia
[1] zarapkachy-chy@mail.ru
[2] sitnikova.olga1989@yandex.ru

Abstract. Microclonal propagation allows you to restore endangered species while preserving their species characteristics. One of the options for analyzing the results of the selection of propagation technology is the cytophysiological analysis of the callus.

***Keywords*:** *Drosera anglica*, English sundew, plant microcloning, biotechnology, callus

***For citation*:** Valeeva A. A., Sitnikova O. N. (2026) Citofiziologicheskij analiz besxlorofil`nogo kallusa Rosyanki anglijskoj (*Drosera Anglica* Huds.) [Cytophysiological analysis of non-chlorophyll callus of English Sundew

© Валеева А. А., Ситникова О. Н., 2026

(*Drosera Anglica* Huds.)]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 77–80. (In Russ).

Каллус – это группа недифиренцированных тотипотентных клеток. Эти клетки, полученные из эксплантов в условиях *in vitro*, являются модельными системами для изучения морфогенеза. Изучая каллус, можно на ранних сроках определить, была ли методика оптимальна для данного вида растения [1]. Для того что бы понять, обладал ли каллус потенциалом, нужно определить, начался ли один из путей развития в нем. Один из таких процессов – это органогенез, при котором на клетках появляются и развиваются побеги. В свою очередь, органогенез поразделяется на геммогенез – образование почек, и ризогенез – образование корней. Данный процесс можно увидеть как без микроскопирования, так и с микроскопом. Тогда исследователи ищут в каллусе почки, которые виды только при увеличении. Второй процесс – гистогенез. Чаще всего при микроскоприровании исследователи обнаруживают паренхиму с устьицами, а также проводящие ткани [2].

Для восстановления *D. anglica* используется технология микроклонального размножения, которая позволяет сохранить видовые признаки [3].

Целью наших исследований было посмотреть, есть ли у бесхлорофилльных каллусов потенциал к дальнейшему развитию. Эксперимент был проведен в 2025 г. на базе лаборатории биотехнологии ФГБОУ ВО «Костромского государственного университета». В качестве материала были взяты 5 бесхлорофильных каллусов *D. anglica*. Данный каллус был получен в 2024 г. при микроклонировании верхушечной части листа *D. anglica*. За основу исследования при посадке верхушечной части листа была взята методика О. Е. Коваль и А. С. Пьянова, в которой проводился подбор среды для *D. anglica* [3].

Таким образом, в нашем исследовании была использована среда Мурасиге-Скуга (MS) с уменьшенным содержанием макроэлементов на ½ часть. Так как эта технология позволяет произвести эффективный рост данного вида из листа.

Согласно работам Н. А. Березина, была установлена повышенная чувствительность *D. anglica* к различным химическим веществам [4]. Поэтому методику стерилизации изменили, уменьшив время обработки в гипохлорите до 8 мин вместо стандартных 15 мин. Были проведены этапы стерилизации листьев *D. anglica*, в следующем порядке:

1) 5 мин в спирте;
2) 8 мин в гипохлорите;
3) 1 мин непрерывного помешивания, затем 5 мин в стерильной воде;
4) 5 мин в стерильной воде.

На каждом этапе встряхивали емкость для полного очищения листьев от веществ и инородных частиц (пыли, частиц растений и т. д.).

После проведенных манипуляций лист разделили на 3 равные части по 0,5 см, при этом отрезали место среза листа, которое отмирало во время стерилизации и становилось черным. После чего части *D. anglica* местом среза погружали в среду [5].

С 11 по 19 августа 2024 г. у девяти частей листа *D. anglica* началось образование каллуса.

Перед пересадкой 13 сентября было принято решение обработать 10 каллусов *D. anglica*, которые были заражены плесневой культурой. После стерилизации каллуса произошло полное вымывание хлорофилла. Так как каллус потерял способность к фотосинтезу, был проведен цитофизиологический анализ, для понимания его жизнеспособности.

Для начала мы определили тип каллуса как глобулярный, так как при взаимодействии со скальпелем, он распадался на мелкие не связанные друг с другом глобулы, а из-за обнаружения на его поверхности устьиц, было понятно, что он имеет паренхиму (рис. 1).

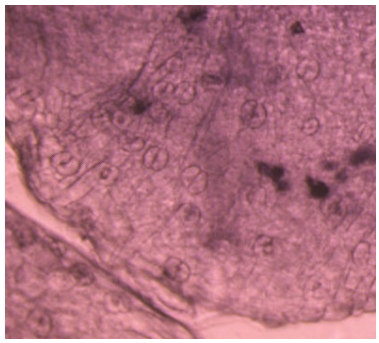
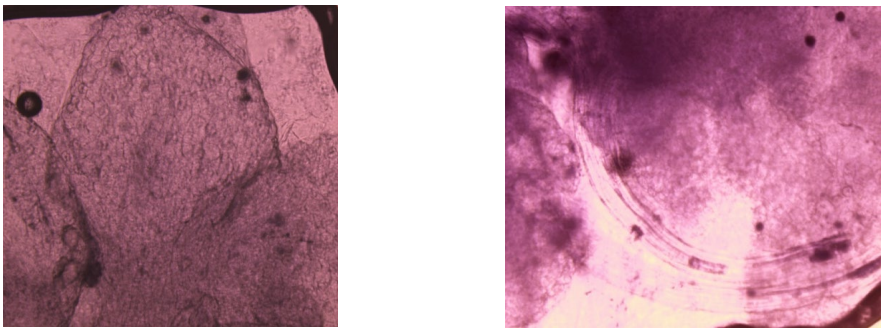


Рис. 1. Устьица на паренхимальной ткани каллуса

После чего был проведен гистогенез, благодаря которому, также подтвердилось наличие паренхимы из-за разного размера клеток, которые находятся внутри и снаружи (рис. 2, *а*). Были так же обнаружены проводящие клетки (рис. 2, *б*).



а *б*

Рис. 2. Гистогенез каллуса:
а – паренхима; *б* – сосудистые клетки

Таким образом, полученные данные при проведении данного исследования подтвердили, что в 10 бесхлорофильных каллусах *D. anglica* начался процесс гистогенеза, и данные клетки обладали потенциалом к развитию растения, следовательно, методика была подобрана правильно и является оптимальной.

Список источников

1. Зинатуллина А. Е. Цитофизиологические особенности контрастных типов каллусов *in vitro* // Успехи современной биологии. 2020. Т. 140, № 2. С. 183–194. DOI 10.31857/S0042132420020040 EDN YBCGGV

2. Батыгина Т. Б., Осадчий Я. В. Выявление гомологии клеточных элементов репродуктивных и формообразовательных структур // Успехи современной биологии. 2015. Т. 135, № 4. С. 337–345. EDN UFFZOF

3. Коваль О. Е., Пьянова А. С. Оптимизация протокола микроклонального размножения *Drosera anglica* Huds // Сборник тезисов 26-й Пущинской школы-конференции молодых ученых с международным участием «БИОЛОГИЯ – НАУКА XXI ВЕКА», Пущино, 09–13 апреля 2023 года. Пущино : Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук, 2023. С. 292–293. EDN KRCBDF

4. Березина Н. А., Лисс О. Л. Тайны мира зеленого безмолвия // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 3 (81). С. 163–167. EDN KNVRUN

5. Азарова О. П., Чачина С. Б. Основы биотехнологии : учебно-методическое пособие. Омск : Омский государственный университет, 2008. С. 28–29.

Научная статья
УДК 712.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «СИБИРСКИЙ САД»

Юлия Константиновна Верзакова[1], Наталия Анатольевна Башегурова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] uliaverzakova148@mail.ru
[2] pihtovnikovana@m.usfeu.ru

Аннотация. В ходе работы над статьей были сделаны выводы об экологическом состоянии придомовой территории жилого комплекса «Сибирский сад» за счет проведения оценки основных маршрутов посетителей и расчета объема выбросов проезжающего вблизи жилого квартала автотранспорта. Итогом работы стало выявление проблем, анализ возможных последствий и разработка рекомендаций по их решению.

Ключевые слова: озеленение жилых комплексов, экологический баланс, выбросы автотранспорта, рекреационная нагрузка

Для цитирования: Верзакова Ю. К., Башегурова Н. А. Экологический баланс территории жилого комплекса «Сибирский сад» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 81−84.

Original article

ECOLOGICAL BALANCE OF THE TERRITORY OF THE RESIDENTIAL COMPLEX “SIBERIAN GARDEN”

Yulia K. Verzakova[1], Natalia A. Basheguro va[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] d.nahtigal@yandex.ru
[2] uliaverzakova148@mail.ru

Abstract. While researching this article, conclusions were drawn about the environmental condition of the surrounding area of «Siberian Garden» residential complex by assessing the main visitor routes and calculating the emissions from

© Верзакова Ю. К., Башегурова Н. А., 2026

vehicles passing near the residential area. This work resulted in identifying problems, analyzing potential consequences, and developing recommendations for their solution.

Keywords: landscaping of residential complexes, ecological balance, vehicle emissions, recreational load

For citation: Verzakova Yu. K., Bashegurova N. A. (2026) E`kologicheskij balans territorii zhilogo kompleksa “Sibirskij sad” [Ecological balance of the territory of the residential complex “Siberian Garden”]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 81–84. (In Russ).

В настоящее время активнее развивается строительство жилых комплексов, каждый год только в Екатеринбурге создаются десятки новых объектов. Поэтому важно, каким будет озеленение на территориях ЖК. В условиях городской среды необходимо уделять особое внимание выбору растительности и уходу за ней, так как, в связи с большой загрязненностью атмосферного воздуха, растения быстро теряют свой вид и свойства.

Цель исследования: изучение экологических особенностей территории жилого комплекса «Сибирский сад» в Екатеринбурге.

Методы исследования: наблюдение и теоретический анализ научных и специальных источников.

Оценку экологического баланса объекта можно условно разделить на три этапа:

1. Оценка рекреационной нагрузки.
2. Оценка уровня воздействия автотранспорта.
3. Оценка состояния зеленых насаждений.

ЖК «Сибирский сад» расположен в Октябрьском районе г. Екатеринбурга в границах улиц Сибирский тракт, Яламова и Базового переулка (Спутниковая карта Екатеринбурга-2ГИС) (рис. 1). Площадь: 1,4 га.

Для оценки рекреационной нагрузки были произведены подсчеты людей, проходящих по территории парка. Условно было выделено 5 категорий: дети, молодежь, взрослые, пожилые и владельцы собак. В среднем в час в течение дня парк по будням посещают 35 детей, 60 человек молодежи, 127 взрослых людей, 12 пенсионеров и пять владельцев собак. Условно было выделено пять категории: дети, молодежь, взрослые и пожилые, владельцы собак.

Соотношение категорий посетителей парка представлено на диаграмме (рис. 2). Из которой можно сделать вывод что двор чаще всего посещают взрослые люди.

Двор жилого квартала разделен на несколько функциональных зон: детская, спортивная и зона отдыха. Каждая зона имеет свою роль

в благоустройстве двора. Также при обустройстве придомовой территории важно учитывать количество и возрастную группу жильцов, так как это влияет на долевое соотношение функциональных зон. Двор оснащен достаточным количеством малых архитектурных форм: деревянными скамейками, навесами, урнами и большим количеством уличных светильников, что увеличивает его привлекательность.

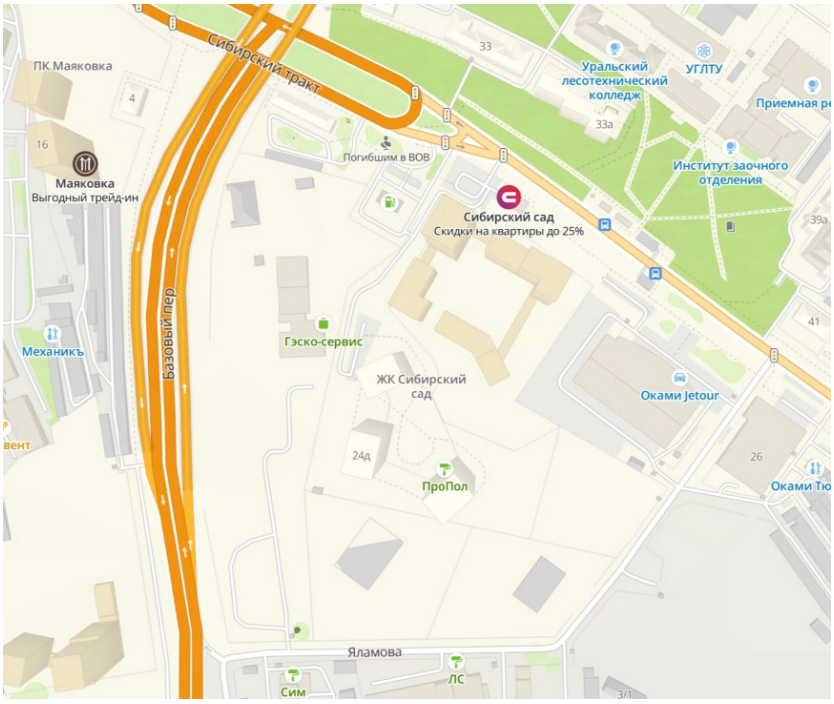


Рис. 1. Расположение ЖК в границах улиц Сибирский тракт, Яламова и Базовый переулок

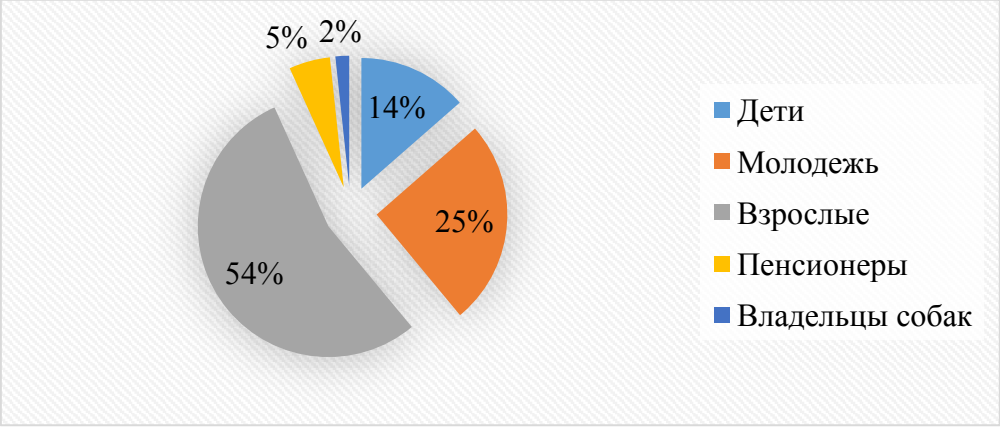


Рис. 2. Соотношение категорий посетителей ЖК «Сибирский сад»

Также проводился подсчет машин, проезжающих по прилегающим дорогам по улицам Сибирский тракт, Яламова и Базовый переулок. После чего был проведен расчет оценки концентрации окиси углерода по максимальному количеству проезжающего автотранспорта (таблица).

Интенсивность движения автотранспорта за 1 час

Категория транспорта	Сибирский тракт, шт.	Ул. Яламова, шт.	Переулок Базовый, шт.	Итого, шт.
Легковой	1296	180	1314	2790
Общественный	72	0	6	78
Легкий грузовой	368	12	344	724
Средний грузовой	60	54	72	186
Тяжелый грузовой	184	18	196	398

Данная таблица показывает, что 67 % проезжающего мимо транспорта – легковые автомобили. Недалеко от территории на Сибирском тракте расположены светофоры, что увеличивает количество поступающих загрязнений.

На основании исследования интенсивности автотранспорта по методическим рекомендациям Некрасовой Л. С. (2010)[1] была проведена оценка концентрации окиси углерода (КСО). Согласно расчетам, концентрация окиси углерода составляет 749,44 мг/м^3, что превышает ПДК.

Уровень загрязнения автотранспорта по окиси углерода превышает допустимую концентрацию в 150 раз. Следовательно, нужно проводить мероприятия по снижению концентрации окиси углерода для возможности комфортного проживания и снижения риска развития различных заболеваний. К таким мероприятиям можно отнести:

- высадку защитных полос из устойчивых древесных растений вдоль дороги,
- запрета проезда тяжелого грузового транспорта,
- окончание ремонтных работ на дорожной развязке.

Часть ЖК «Сибирский сад» была построена, а часть еще строится, в связи с чем экологическая обстановка в жилом квартале не самая лучшая. Большая часть жильцов – взрослые и молодежь, что связано с большим количеством расположенных вблизи предприятий и университета. Двор жилого квартала благоприятен для отдыха, спорта и детских игр, также во дворе много растительности, посажена она недавно, поэтому обновления не требует. Санитарное состояние насаждений хорошее. Но в связи с сильным превышением выбросов от автотранспорта необходимо формировать дополнительные посадки, а также продумать систему мероприятий для поддержания территории в текущем состоянии.

При постройке новых жилых кварталов важно сохранять благоприятную экологическую обстановку для безопасного проживания там. В большом городе это становится трудной задачей, поэтому своевременный мониторинг, использование экологичных материалов, посадка устойчивых видов растений и должный уход за ними – должны стать приоритетными задачами.

[1] Некрасова Л. С. Общая экология. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 67 с.

Научная статья
УДК 630.165.5

СОСТОЯНИЕ ВСХОДОВ 2025 ГОДА ТРЕХ ВИДОВ ДУБА НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ УГЛТУ

Игорь Андреевич Волосов[1], Арина Денисовна Сажина[2], Елизавета Сергеевна Акжигитова[3], Татьяна Борисовна Сродных[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] volosovigorr@yandex.ru
[2] arinasazhina.0312@gmail.com
[3] akzhigitova17@gmail.com
[4] tata.srodnykh@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводится анализ состояния, роста и приживаемости всходов трех видов дуба, выращенных из желудей на опытном участке УГЛТУ. Особое внимание уделяется сравнительному анализу этих видов.

Ключевые слова: дуб, саженцы, санитарное состояние, опытный участок, зеленые насаждения

Для цитирования: Состояние всходов 2025 года трех видов дуба на опытном участке УГЛТУ / И. А. Волосов, А. Д. Сажина, Е. С. Акжигитова, Т. Б. Сродных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 85−89.

Original article

THE CONDITION OF SEEDLINGS OF THREE OAK SPECIES IN 2025 AT THE EXPERIMENTAL PLOT OF USFEU

Igor A. Volosov[1], Arina D. Sazhina[2], Elizabeth S. Akzhigitova[3], Tatiana B. Srodnykh[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] volosovigorr@yandex.ru
[2] arinasazhina.0312@gmail.com
[3] akzhigitova17@gmail.com
[4] tata.srodnykh@mail.ru

Abstract. This article analyzes the condition, growth and survival of seedlings of three oak species grown from acorns at the experimental plot of USFEU. Special attention is paid to the comparative analysis of these species.

© Волосов И. А., Сажина А. Д., Акжигитова Е. С., Сродных Т. Б., 2026

Keywords: oak, seedlings, sanitary condition, experimental plot, green spaces

For citation: Sostoyanie vsxodov 2025 goda tryox vidov duba na opy`tnom uchastke UGLTU [The condition of seedlings of three oak species in 2025 at the experimental plot of USFEU] (2026) I. A. Volosov, A. D. Sazhina, E. S. Akzhigitova, T. B. Srodnykh. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 85–89. (In Russ).

Представители рода дуб (*Quercus*) в Екатеринбурге являются интродуцентами, обладающими высокой декоративной ценностью, их внедрение в городскую среду способно повысить эстетические качества посадок. Самый встречаемый вид дуба – черешчатый (*Quercus robur* L.) [1], в городских посадках также используется монгольский (*Quercus mongolica* L.) и красный (*Quercus rubra* L.).

Изучение данных видов является важным аспектом для оценки перспектив их выращивания в условиях данного региона и применения в городском озеленении. Исходя из этого, была поставлена цель: провести анализ состояния, роста и приживаемости всходов трех видов дуба, а также выявить факторы, влияющие на их развитие. На этой основе были сформулированы задачи:

1. Изучение научных литературных источников по теме исследования.
2. Заготовка семян (желудей) трех видов дуба.
3. Подготовка опытного участка и высев желудей.
4. Уходовые работы и наблюдение за всходами дуба, фиксирование биометрических характеристик и санитарного состояния растений в течение вегетационного сезона.

Сбор семенного материала дубов производился в апреле 2025 г.: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – в Екатеринбурге, возле главного учебного корпуса УрФУ, дуб монгольский (*Quercus mongolica* L.) и красный (*Quercus rubra* L.) – в Москве, на территории ВДНХ. На юго-западе Москвы (Воробьевых горах) собраны также желуди дуба черешчатого, для дальнейшего сравнительного анализа скорости их развития и состояния с уральскими экземплярами.

Желуди всех трех видов на момент сбора были уже проросшими, т. е. в стадии формирования корня и ростка. Посев производился в конце мая. Всего было высажено 120 ед. дуба на опытной площадке сада им. Л. И. Вигорова № 2 УГЛТУ. Площадка (5 м × 4 м) почти квадратной формы, ориентация запад – восток; освещение хорошее. Растения высаживались в рядки, шаг посева 15–20 см. Хотя иногда при посеве дубов используется способ конверта со стороной 1 м [2]. Приживаемость растений определялась

в июле, через месяц после посадки и в сентябре, через три месяца после посадки. Состояние растений определялось по внешнему виду сеянца. Для оценки состояния весь подрост был поделен на две категории: «здоровый» (без признаков заболеваний и повреждений), «ослабленный» (соответственно с этими признаками).

На момент появления первых листьев (июнь 2025) приживаемость (показатель, характеризующий успешный процесс адаптации и выживания в определенных условиях после посадки) оказалась 100 %. Однако в июле все же произошел незначительный отпад (естественный процесс гибели растения по различным причинам), дуб монгольский и красный – по одному экземпляру, черешчатый (уральского происхождения) – 3. Процент «ослабленных» был выше всего у дуба красного – чуть больше половины, у монгольского – 14,2 %, у черешчатых – около 20 % (табл. 1).

Таблица 1

Приживаемость трех видов дуба (июль 2025)

№ п/п	Вид дуба (происхождение)	Количество растений, шт.		Приживаемость, %	Отпад, %	Кол-во ослабленных, %
		первоначально высаженных	учет: июль 2025			
1	Черешчатый (Урал)	36	33	91,7	8,3	19,3
2	Черешчатый (Москва)	28	28	100	0	25
3	Монгольский (Москва)	22	21	95	5	14,2
4	Красный (Москва)	34	33	97	3	51,7

К концу вегетационного периода данные немного изменились: дубы монгольские потеряли еще один экземпляр, дуб красный – еще четыре. Процент ослабленных растений черешчатого (московского) дуба увеличился, появились признаки мучнистой росы на молодых листьях, черешчатый (уральский) на момент исследования выглядел лучше. Изменения состояний монгольского и красного дубов незначительны (табл. 2).

В конце сентября, когда рост растений был завершен, а побеги окрепли, произвели замер высоты каждого экземпляра, при этом наблюдалась довольно сильная вариабельность данного показателя в пределах каждого вида, за исключением дуба красного. Средние показатели по высоте представляли собой следующий ряд: дуб черешчатый (уральский) –15,3 ± 1,45; дуб черешчатый (московский) – 23 ± 3,06; дуб монгольский – 13,6 ± 2,40; дуб красный – 9,0 ± 0,58 см. Таким образом, самые высокие показатели по высоте отмечены у растений дуба черешчатого из Москвы и Екатеринбурга.

Московские сеянцы на 7,7 см выше наших уральских, различия статистически достоверны, несмотря на то, что размах вариации по высоте у московских растений большой. Самую малую высоту имеет дуб красный из Москвы, однако, вариабельность показателя небольшая 2–3 см. Достоверность различий дуба черешчатого московского по высоте наблюдается со всеми остальными тремя группами растений. Однако стремительный рост московских дубов сделал их уязвимыми к такому грибному заболеванию, как мучнистая роса [3].

Таблица 2

Приживаемость трех видов дуба (сентябрь 2025)

№ п/п	Вид дуба (происхождение)	Количество растений, шт.		Приживаемость, %	Отпад, %	Кол-во ослабленных, %
		первоначально высаженных	учет: сентябрь 2025			
1	Черешчатый (Урал)	36	33	91,7	8,3	12,2
2	Черешчатый (Москва)	28	28	100	0	32,1
3	Монгольский (Москва)	22	20	91	9	15
4	Красный (Москва)	34	29	85	15	51,5

По результатам исследований можно сделать выводы:

1. В первый месяц самая высокая приживаемость наблюдается у всех дубов из Москвы. 100 %-ная приживаемость у московского дуба черешчатого и в первый месяц, и к сентябрю. Самая низкая приживаемость к сентябрю наблюдается у дуба красного – 85 %.

2. Самая высокая доля ослабленных растений – 51,7 % отмечена также у дуба красного.

3. Самый большой показатель высоты – 23 см отмечен у дуба черешчатого из Москвы.

Первые ориентировочные данные, полученные в первый год посадки сеянцев трех видов дубов – черешчатого, монгольского и красного из желудей происхождения – Москва и Екатеринбург свидетельствуют о том, что самые низкие адаптационные способности характеризуют дуб красный (*Quercus rubra* L.) – Москва. Самые лучшие показатели по всем позициям имел дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) из Москвы. Исследования необходимо продолжить.

Список источников

1. Сродных Т. Б., Серебрякова С. И., Волосов И. А. Встречаемость, рост и состояние дуба черешчатого на объектах ландшафтной архитектуры Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 2 (93). С. 62–69.

2. Баканева А. А. Исследование всхожести желудей и роста однолетних сеянцев в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы Астраханской области // Вестник Российского университета Дружбы народов. 2022. Т. 17, № 3. С. 350–359.

3. Гниненко Ю. И., Шакирова А. Д. Мучнистая роса дуба – важный фактор в процессе естественного возобновления дубрав : материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А. Н. Костякова. Т. 1. М. : РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. С. 26–30.

Научная статья
УДК 630. 551.57

ВЛИЯНИЕ НА СНЕГОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИДОРОЖНОЙ ЛЕСОЗАЩИТНОЙ ПОЛОСЫ

Никита Андреевич Вяткин[1], Иван Николаевич Гавва[2], Оксана Валерьевна Сычугова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] vyatkin.nikita.03@mail.ru
[2] gavvaivan@bk.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследования эффективности защитных лесных насаждений вдоль автомобильной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский, их влияние на снегораспределение.

Ключевые слова: защитная лесная полоса, конструкция защитных лесополос, преобладающие ветра, снегонакопление

Для цитирования: Вяткин Н. А., Гавва И. Н., Сычугова О. В. Влияние на снегораспределение придорожной лесозащитной полосы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 90−93.

Original article

INFLUENCE OF THE ROADSIDE FOREST PROTECTIVE BELT ON SNOW DISTRIBUTION

Nikita A. Vyatkin[1], Ivan N. Gavva[2], Oksana V. Sychugova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] vyatkin.nikita.03@mail.ru
[2] gavvaivan@bk.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru

Abstract. The paper presents the results of a research of the effectiveness of protective forest plantations along the Ekaterinburg-Kamensk-Uralsky highway and their influence on snow distribution.

Keywords: protective forest belt, design of protective forest belts, prevailing winds, snow accumulation

© Вяткин Н. А., Гавва И. Н., Сычугова О. В., 2026

For citation: Vyatkin N. A., Gavva I. N., Sychugova O. V. (2026) Vliyanie na snegoraspredelenie pridorozhnoj lesozashhitnoj polosy` [Influence of the roadside forest protective belt on snow distribution]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 90–93. (In Russ).

Лесозащитные полосы – это самый эффективный способ защиты автомобильной дороги от ветра и снежных заносов, который является действенным на протяжении длительного промежутка времени и не влияет негативно на окружающую среду [1, 2].

В качестве объекта исследования были выбраны участки с лесополосами вблизи п. Октябрьский, расположенные около трассы Екатеринбург – Каменск-Уральский (таблица). Участки располагаются относительно преобладающих ветров 15, 45, 90 градусов, также есть контрольные участки. На контрольных участках лесополоса отсутствует. Измерения проводились для сравнения и анализа снегонакопления.

Состав и конструкция лесозащитных полос

Номер участков и расположение относительно преобладающих ветров	Древесные породы и кустарники	Конструкция полос
Первый участок,15°	Тополь бальзамический, карагана древовидная	Ажурная
Второй участок, 45°	Лиственница сибирская, клен татарский, карагана древовидная	Плотная (непродуваемая)
Третий участок, 90°	Лиственница сибирская, береза повислая, карагана древовидная	Плотная (непродуваемая)

В методику сбора данных входило измерение высоты и массы образцов снежного покрова [1]. Сбор материалов производился по высоте и массе образцов снега на заданных расстояниях от полос (200 м с шагом в 20 м в обе стороны) и непосредственно у дорожного полотна и внутри полосы.

На рис. 1 показано распределение снега по высоте на всех участках, включая контрольный, на котором лесной полосы нет. Высота снега увеличивается с уменьшением расстояния до лесозащитной полосы. Это происходит от того, что лесозащитная полоса задерживает большее количество снега. В самой лесозащитной полосе количество снега минимальное, так как древостой задерживает воздушные и снежные массы.

В варианте 15 градусов по направлению к преобладающим ветрам образуются два пика снегонакопления – до первой полосы с наветренной

стороны и после второй полосы с подветренной стороны. Минимумов снегонакопления также два – в первой и второй лесополосе.

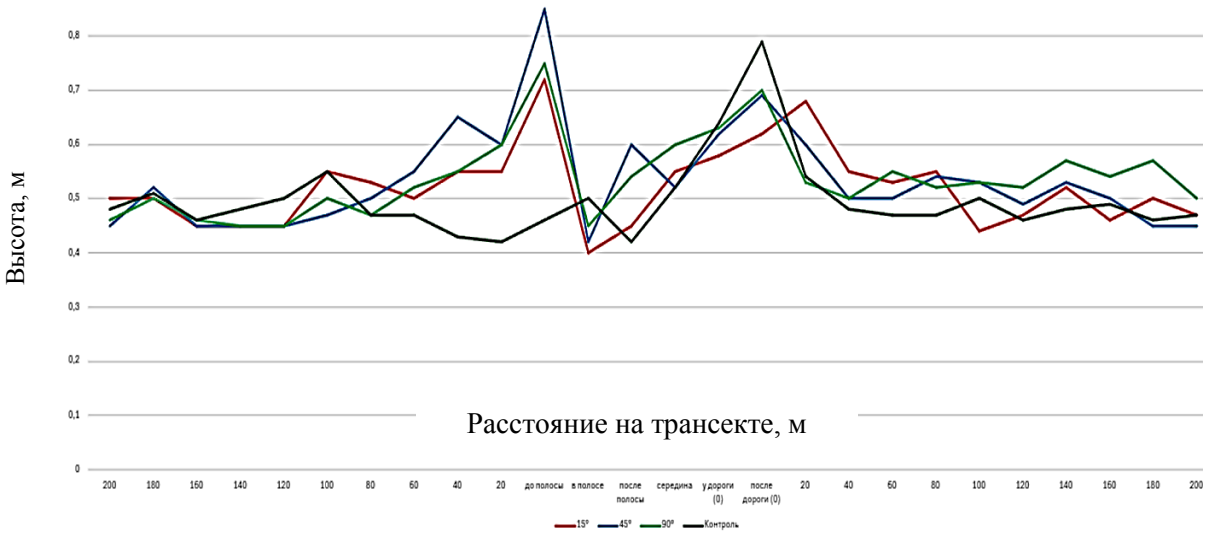


Рис. 1. Распределение снега на участках по высоте

В варианте 45 градусов – только один минимум по снегонакоплению, так как лесополоса находится только с наветренной стороны дороги. В варианте 90 градусов по направлению от преобладающих ветров максимумы снегонакопления фиксируются на некотором удалении от дороги – с наветренной стороны до лесополосы и с подветренной стороны.

В контрольном варианте максимумы снегонакопления зафиксированы рядом с дорожным полотном, на остальных участках снег накапливается равномерно.

На рис. 2 представлен график снегораспределения по массе на всех участках трансекты.

На основе представленного графика можно заключить, что до лесозащитной полосы и после нее, масса снега значительно больше, чем на расстоянии от полосы. В лесозащитной полосе масса снега минимальная так как древостой не пропускает большое количество снега.

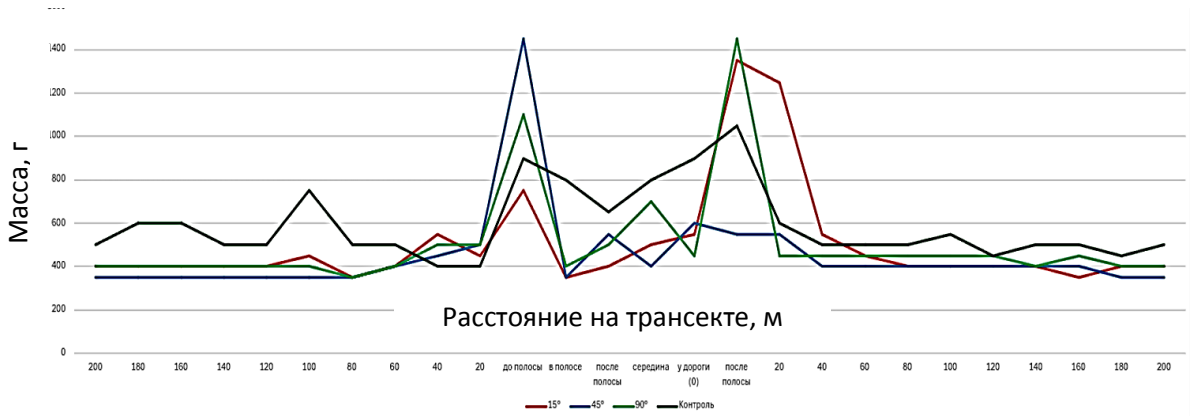


Рис. 2. Распределение снега на участках по массе

В варианте 15 градусов по направлению к преобладающим ветрам образуются два пика снегонакопления – до первой полосы с наветренной стороны и после второй полосы с подветренной стороны. Причем с наветренной стороны масса значительно выше, чем с подветренной. В варианте 45 градусов – только один максимум по снегонакоплению с наветренной стороны дороги, значение которого в 2,5 раза выше, чем масса снега соседних замеров. В варианте 90 градусов по направлению от преобладающих ветров максимумы снегонакопления фиксируются на некотором удалении от дороги – с наветренной стороны до лесополосы и с подветренной стороны.

В контрольном варианте максимумы снегонакопления зафиксированы рядом с дорожным полотном, на остальных участках масса снега накапливается неравномерно.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Во всех вариантах лесозащитные полосы выступают в качестве эффективной преграды для накопления снега возле дорожного полотна. Значительная часть снега задерживается у лесополосы с наветренной стороны. На контрольном участке без насаждений максимум снегонакопления фиксируется вблизи дороги.

2. В лесополосе показатели снегонакопления являются минимальными во всех вариантах проведения измерений.

3. Воздушные массы, переносившие значительную часть снега с наветренной стороны, перемещают его за вторую лесозащитную полосу на противоположную сторону от дорожного полотна. На таком участке образуется дополнительный пик снегонакопления, расположенный с подветренной стороны лесополосы.

4. Лесные защитные полосы хорошо справляются с задачей снегораспределения вблизи автодорог, предохраняют дорожные полосы от массивных снежных заносов в сравнении с контрольным участком без защитных насаждений.

Список источников

1. Мелиоративная эффективность защитных лесных полос разных конструкций, функционирующих вдоль железных дорог Свердловской области / И. Н. Гавва, З. Я. Нагимов, А. В. Капралов, А. Ф. Уразова // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 18–25. DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.002

2. Состояние защитных лесных полос вдоль железных дорог Свердловской области / И. Н. Гавва, З. Я. Нагимов, А. В. Капралов, А. Ф. Уразова // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4 (83). С. 50–56. DOI: 10.51318/FRET.2022.80.40.006

Научная статья
УДК 630.181

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЮГЕ БАШКОРТОСТАНА

Илюза Асхатовна Гильманова
Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
gilmanova_ilyuza@bk.ru

Аннотация. Проведен анализ радиального прироста сосны в лесополосах на юге Башкортостана (1984–2022 гг.). Средний прирост составил 1,5 ± 0,1 мм (Cv = 49,3 %) и 1,6 ± 0,1 мм (Cv = 40,9 %). Кластерный анализ выявил деревья, значительно отклоняющиеся от групповых показателей. Результаты являются базой для оценки влияния промышленных отвалов на прирост сосны.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, радиальный прирост, изменчивость, коэффициент корреляции, кластерный анализ

Для цитирования: Гильманова И. А. Индивидуальная изменчивость радиального прироста в культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на юге Башкортостана // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 94−98.

Original article

INDIVIDUAL VARIABILITY OF RADIAL GROWTH IN SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) CROPS IN SOUTHERN BASHKORTOSTAN

Ilyuza A. Gilmanova
Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
gilmanova_ilyuza@bk.ru

Abstract. An analysis of radial growth of pine trees in forest belts in the south of Bashkortostan (1984–2022) was conducted. Average growth was 1.5 ± 0.1 mm (Cv = 49.3 %) and 1.6 ± 0.1 mm (Cv = 40,9 %). Cluster analysis

© Гильманова И. А., 2026

identified trees that deviated significantly from the group parameters. The results provide the basis for assessing the influence of industrial waste dumps on pine growth.

Keywords: Scotch pine, radial growth, variability, correlation coefficient, cluster analysis

For citation: Gilmanova I. A. (2026) Individual`naya izmenchivost` radial`nogo prirosta v kul`turax sos-ny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na yuge Bashkortostana [Individual variability of radial growth in scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) Crops in southern bashkortostan]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 94–98. (In Russ).

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из основных лесообразующих пород на территории Республики Башкортостан и играет ключевую роль в формировании устойчивых лесных экосистем [1]. Мониторинг состояния древостоев и их реакции на изменение факторов естественной и антропогенно измененной среды [2] требует наличия репрезентативных фоновых данных, характеризующих рост деревьев в условиях, максимально приближенных к естественным [3]. Дендрохронологический анализ, основанный на изучении ширины годичных колец, является надежным инструментом для такой оценки [4]. Показатели радиального прироста и его изменчивости деревьев в пределах популяции являются интегральными индикаторами состояния древостоя и отражают комплексное влияние природно-климатических и техногенных условий [5].

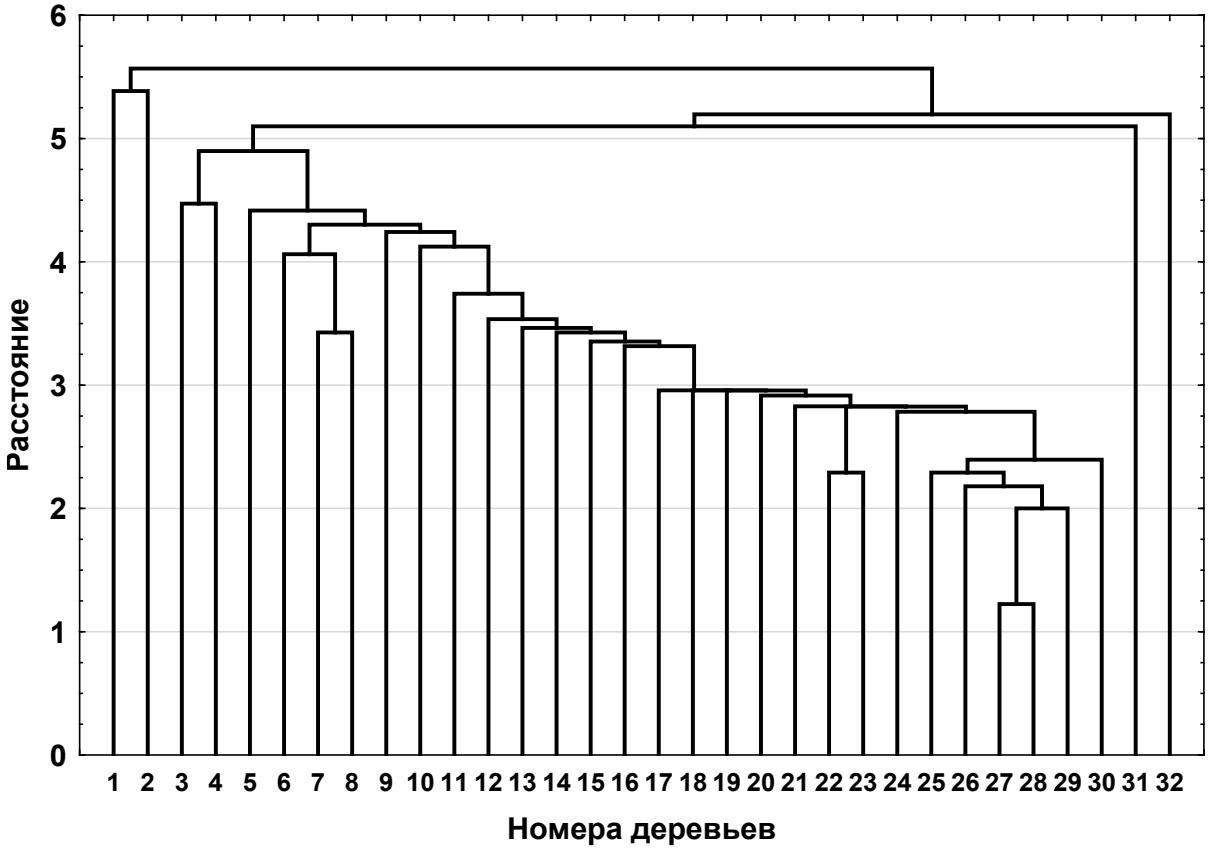
Целью данной работы поставлена количественная оценка радиального прироста сосны обыкновенной и его пространственно-временной изменчивости в лесных культурах на юге Республики Башкортостан.

Работа выполнена в полезащитных лесных насаждениях на территории Кугарчинского района Республики Башкортостан, характеризующихся минимальным уровнем техногенной нагрузки. Исследования проводились на двух пробных площадях (ПП1 и ПП2), заложенных на расстоянии 5 км друг от друга в полезащитных насаждениях сосны обыкновенной. На каждой пробной площади после предварительного перечета и определения среднего диаметра древостоя было отобрано по 16 модельных деревьев. Отбор кернов производился на высоте 1,3 м буравом Пресслера. В лабораторных условиях керны готовили к анализу по стандартным дендрохронологическим методикам [3]. Датировка и измерение ширины годичных колец за период 1984–2022 гг. проводились с точностью 0,1 мм. Статистическая обработка данных выполнена в программе STATISTICA 13.3. Для каждой ПП рассчитаны: средний радиальный прирост, его стандартная ошибка и изменчивость (коэффициент вариации C в %).

Результаты измерений радиального прироста приведены в таблице. Различия двух местообитаний по среднему показателю за весь исследованный период оказались небольшими: для ПП 1 – 1,5 ± 0,1 мм (изменения в пределах 1,1–2,4 мм, коэффициент вариации 49,3 %) и для ПП 2 – 1,6 ± 0,1 мм (1,3–2,2 мм, 40,9 %), соответственно. В то же время выявлена тенденция более низкого прироста на пробной площади № 1 и его большей изменчивости. Выборка деревьев на ПП 1 расположена в условиях большего дефицита влаги, а на ПП 2 – расположена в низине на берегу местного водоема. Различия между двумя группами показаны по результатам кластерного анализа (рисунок). В целом деревья на ПП 1 сравнительно мало отличаются друг от друга, однако в альтернативной группе наблюдается большая изменчивость (значительные различия между деревьями). На каждой пробной площади обнаружены деревья (№№ 1–5 и 31–32), которые по величине радиального прироста и изменчивости прироста отличаются от внутригрупповых значений показателя прироста. Это отмечается на фоне сравнительно однородных условий произрастания в пределах местообитаний и одного возраста деревьев.

Средний радиальный прирост сосны обыкновенной за 1984–2022 гг.
и его изменчивость на двух пробных площадях

№	Пробная площадь № 1		№	Пробная площадь № 2	
	Средняя	С, %		Средняя	С, %
1	2,4 ± 0,2	40,7	17	1,6 ± 0,1	41,1
2	1,9 ± 0,2	65,1	18	1,6 ± 0,1	40,9
3	1,4 ± 0,2	68,9	19	1,6 ± 0,1	38,2
4	1,4 ± 0,1	50,7	20	1,4 ± 0,1	39,3
5	1,2 ± 0,1	42,4	21	1,3 ± 0,1	37,3
6	1,2 ± 0,1	33,2	22	1,5 ± 0,1	41,8
7	1,1 ± 0,1	44,7	23	1,9 ± 0,1	45,5
8	1,4 ± 0,1	40,7	24	1,9 ± 0,1	45,7
9	1,2 ± 0,1	31,3	25	1,3 ± 0,1	52,2
10	1,2 ± 0,1	30,7	26	1,7 ± 0,1	36,3
11	1,7 ± 0.2	61,1	27	1,5 ± 0,1	36,7
12	1,5 ± 0,2	66,1	28	1,6 ± 0,1	39,2
13	1,4 ± 0,1	54,8	29	1,4 ± 0,1	35,0
14	1,4 ± 0,1	49,3	30	1,4 ± 0,1	38,9
15	1,6 ± 0,1	66,7	31	2,2 ± 0,1	41,8
16	1,3 ± 0,1	42,1	32	2,2 ± 0,2	44,4



Кластеризация деревьев пробных площадей 1 (№№ 1–16)
и 2 (№№ 17–32) по величине радиального прироста и его изменчивости

Полученные данные представляют собой фоновую характеристику состояния искусственных сосновых древостоев в условиях относительно засушливого климата юга Республики Башкортостан. Данные насаждения могут служить контролем для изучения прироста сосны обыкновенной на прилегающих территориях, в том числе в техногенных ландшафтах близлежащего Кумертауского буроугольного разреза. Выявленная неоднородность деревьев по динамике радиального прироста в пределах отдельных местообитаний делает актуальной задачу проверки этого явления при помощи методов генетического анализа.

Список источников

1. Жуков А. С. Особенности радиального прироста сосны обыкновенной в условиях рекреационного воздействия // Актуальные проблемы лесного комплекса : сборник научных трудов по материалам Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 89–93.

2. Залесов С. В., Данилов Д. А., Кузнецова Е. В. Дендрохронологическая оценка состояния сосновых насаждений в условиях промышленного загрязнения // Вестник УГЛТУ. 2019. Т. 29, № 3. С. 24–31.

3. Шиятов С. Г., Ваганов Е. А. Методы дендрохронологии. Красноярск : КрасГУ, 2000. 80 с.

4. Fritts H. C. Tree Rings and Climate. London : Academic Press, 1976. 567 p.

5. Cook E. R., Kairiukstis L. A. Methods of Dendrochronology : Applications in the Environmental Sciences. Dordrecht : Springer, 1990. 394 p.

Научная статья
УДК 630*181.21

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА И НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Дмитрий Васильевич Гончар[1], Максим Анатольевич Бородулин[2], Ольга Николаевна Орехова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] dmitriygonchar04@gmail.com
[2] borodulin1202@gmail.com
[3] orekhovaon@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается сравнение величины освещенности под пологом лесных насаждений и на открытых пространствах. Исследование проведено в Лесопарке им. лесоводов России (г. Екатеринбург).

Ключевые слова: световой режим леса, освещенность, люксометр

Для цитирования: Гончар Д. В., Бородулин М. А., Орехова О. Н. Сравнительный анализ величины освещенности под пологом леса и на открытом пространстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 99−103.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ILLUMINATION VALUES UNDER THE FOREST CANOPY AND IN OPEN SPACES

Dmitry V. Gonchar[1], Maxim A. Borodulin[2], Olga N. Orekhova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] dmitriygonchar04@gmail.com
[2] borodulin1202@gmail.com
[3] orekhovaon@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the influence of the tree canopy of forest plantations on the illumination level in open spaces. The research was conducted in the Forest Park named after Foresters of Russia (Ekaterinburg).

Keywords: forest light regime, illumination, lux meter

© Гончар Д. В., Бородулин М. А., Орехова О. Н., 2026

For citation: Gonchar D. V., Borodulin M. A., Orekhova O. N. (2026) Sravnitel`ny`j analiz velichiny` osveshhennosti pod pologom lesa i na otkry`tom prostranstve [Comparative analysis of the illumination values under the forest canopy and in open spaces]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 99–103. (In Russ).

Лес представляет собой сложную экологическую систему, где все компоненты находятся в тесной взаимосвязи. Одним из ключевых абиотических факторов, определяющих жизнедеятельность, структуру и продуктивность лесных биоценозов, является свет. Солнечная радиация служит основным источником энергии для фотосинтеза – процесса, лежащего в основе формирования органического вещества и, как следствие, продуктивности насаждений. Свет регулирует такие фундаментальные процессы, как дыхание, рост, развитие и плодоношение древесных и травяно-кустарничковых растений, что обусловливает актуальность исследований светового режима в лесах [1].

Целью данного исследования было изучение влияния лесных насаждений на величину освещенности под пологом леса.

Исследование проводилось в 14–15 часов дня в начале сентября, когда солнце находится зените в сухую солнечную безоблачную погоду. Для достижения цели была заложены две транссекты длиной 60 м, ориентированные от открытого участка вглубь лесного массива. На каждой трансекте было намечено 6 точек измерения: две – на открытой местности, одна – на границе леса и открытого пространства и три – под пологом леса, расположенные через каждые 10 м. Первая транссекта была заложена вглубь южной границы леса, вторая – вглубь северной границы. Насаждения характеризуются преобладанием хвойных в составе древесного полога (сосна) и имеют равномерно расположенный подлесок и густой живой напочвенный покров. Насаждения по группе возраста – перестойные.

Измерения уровня освещенности проводились с помощью многофункционального тестера окружающей среды MS6300, используемого в режиме люксметра. Принцип работы прибора основан на преобразовании фотодатчиком потока света в электрический сигнал, который анализируется и преобразуется в значение освещенности в люксах (лк). Замеры производились на расстоянии вытянутой руки оператора для исключения затенения телом. В таблице приведены полученные данные по освещенности.

Обработка полученных данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel, где были построены графики зависимости освещенности от расстояния вдоль транссекты (рисунок).

Величина освещенности на контрольных точках трассект

№ точек транс-секты	Расстояние на транссекте, м	Освещенность на первой транссекте, люкс	Освещенность на второй транссекте, люкс
1	20 м до границы леса (открытая местность)	1700	450
2	10 м до границы леса (открытая местность)	1200	330
3	граница леса и открытой местности	900	1510
4	10 м до границы леса (под пологом древостоя)	320	1200
5	20 м до границы леса (под пологом древостоя)	260	1310
6	30 м до границы леса (под пологом древостоя)	380	1250

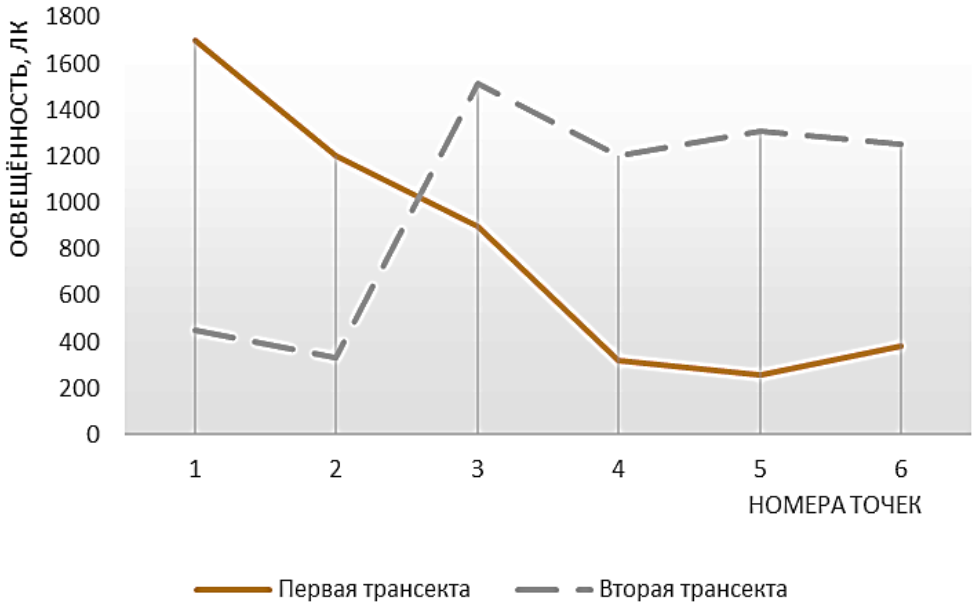


Диаграмма освещенности в точках измерений

Проведенные натурные измерения наглядно продемонстрировали значительное влияние древесного полога на распределение света в пространстве. Кроме того, видны значительные различия по транссектам.

На первой транссекте величина освещенности медленно снижается по мере продвижения вглубь леса, сказывается затененность от древесного полога. Такие изменения подтверждаются данными других исследователей [2], по которым лесной полог может поглощать и отражать до 85 % падающей радиации (в ельниках). Освещенность под пологом леса на первой транссекте составила лишь 15–22 % от уровня освещенности на открытой местности.

Столь резкое снижение освещенности является мощным фактором, формирующим внутреннюю среду леса и определяющим состав, жизненное состояние и динамику растительности нижних ярусов. Способность видов существовать в условиях низкой освещенности (теневыносливость) становится ключевым фактором их выживания под лесным пологом.

На второй транссекте, расположенной в глубине северной границы леса, наблюдается иная ситуация. На открытом пространстве величина освещенности значительно ниже (330–450 лк), чем под пологом древостоя (1200–1310).

Полученные результаты хорошо объясняются теоретическими положениями лесной экологии. Лесной полог действует как фильтр, поглощая и отражая значительную часть фотосинтетически активной радиации (ФАР). При этом под пологом свет не только количественно ослабевает, но и качественно изменяется – увеличивается доля рассеянного света и зеленых лучей, менее эффективных для фотосинтеза. Наблюдаемая мозаичность распределения света и тени связана с неоднородностью полога, наличием просветов, а также зависит от отражающих свойств подстилки и листвы, угла падения солнечных лучей и погодных условий [3].

На границе леса и открытой местности второй трансекты наблюдалась максимальная освещенность (1510 лк), такой показатель сильно резонирует с аналогичным измерением на первой трансекте (всего 900 лк). В данном случае это можно объяснить не только увеличением отраженных лучей, но и разницей в микрорельефе точек замера (понижение, повышение). Имело место различие высотных отметок границ леса и открытого пространства на трансектах. Данное обстоятельство может повлиять на близость расположения объектов, отражающих солнечные лучи, и, следовательно, на уровень освещенности.

В результате исследований можно сделать выводы.

1. Проведенные исследования подтвердили литературные данные о том, что древесное насаждение оказывает существенное влияние на освещенность под своим пологом. Зафиксировано резкое снижение уровня освещенности – с 1700 лк на открытой местности до 260–380 лк под лесным пологом.

2. Установлено, что лесной полог не только ослабляет интенсивность светового потока, но и формирует сложную пространственную мозаику светотеневых пятен, что обусловлено его неоднородной структурой.

3. Полученные данные имеют прикладное значение для лесохозяйственной практики. Они подчеркивают необходимость регулирования плотности древостоя (например, с помощью рубок ухода) для создания оптимальных световых условий для целевых видов растений и успешного лесовосстановления.

4. Перспективы дальнейших исследований видятся в более детальном изучении сезонной динамики светового режима, его влияния на конкретные

виды травяно-кустарничкового яруса, а также в использовании более сложных методов, таких как фотометрирование в разных спектральных диапазонах.

Список источников

1. Научные исследования и разработки Уральского государственного ле сотехнического университета в области климатических проектов / В. В. Фомин, С. В. Залесов, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4. С. 4–17.

2. Сидоров П. П. Световой режим в лесах умеренной зоны // Лесоведение. 2018. № 5. С. 75–85.

3. Петренко В. В. Основы лесной биогеоценологии. СПб. : Наука, 2015. 250 с.

Научная статья
УДК 630.182

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСИНЫ (*POPULUS TREMULA* L.): ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Вероника Григорьевна Двинянинова[1], Любовь Сергеевна Кулагина[2]
[1, 2] Нижневартовский государственный университет,
Нижневартовск, Россия
[1] nicadvina@yandex.ru
[2] koolagina@yandex.ru

Аннотация. Проанализированы эколого-биологические особенности *Populus tremula* L. Рассмотрены внутривидовая изменчивость, устойчивость к болезням и селекционный потенциал. Обоснованы перспективы использования вида в озеленении и необходимость дальнейших исследований.

Ключевые слова: *Populus tremula*, урбанизированная среда, внутривидовая изменчивость, устойчивость к заболеваниям, озеленение

Для цитирования: Двинянинова В. Г., Кулагина Л. С. Эколого-биологические особенности осины (*Populus tremula* L.): опыт исследования и перспективы использования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 104−107.

Original article

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF ASPEN (*POPULUS TREMULA* L.): RESEARCH EXPERIENCE AND PROSPECTS FOR USE

Veronika G. Dvinyaninova[1], Lyubov S. Kulagina[2]
[1, 2] Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia
[1] nicadvina@yandex.ru
[2] koolagina@yandex.ru

Abstract. Ecological and biological features of *Populus tremula* L. are analyzed. Intraspecific variability, disease resistance and breeding potential are considered. Prospects for the use of the species in landscaping and the need for further research are substantiated.

© Двинянинова В. Г., Кулагина Л. С., 2026

Keywords: *Populus tremula*, urban environment, intraspecific variability, disease resistance, landscaping

For citation: Dvinyaninova V. G., Kulagina L. S. (2026) E`kologo-biologicheskie osobennosti osiny` (*Populus tremula* L.): opy`t issledovaniya i perspektivy` ispol`zovaniya [Ecological and biological features of aspen (*Populus tremula* L.): research experience and prospects for use]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 104–107. (In Russ).

Тополь дрожащий (осина обыкновенная (*Populus tremula* L.)), является одной из важнейших лесообразующих пород в Евразии, занимая второе место по площади среди лиственных деревьев России после березы [1]. Широкий ареал, охватывающий территории от Западной Европы до Дальнего Востока, свидетельствует о высокой экологической пластичности вида. Помимо значительной роли в лесных экосистемах, осина обладает существенным хозяйственным потенциалом, особенно в условиях возрастающей антропогенной нагрузки [2]. Однако ее использование в озеленении городов часто ограничивается восприимчивостью к грибковым заболеваниям. Цель данного обзора – систематизировать современные данные об эколого-биологических особенностях P. tremula, оценить существующий опыт ее исследования и наметить перспективы практического использования, в том числе для создания устойчивых и декоративных урбоценозов.

Согласно системе А. Л. Тахтаджяна, *Populus tremula* L. относится к семейству Salicaceae в порядке Malpighiales. Вид представляет собой листопадное дерево высотой до 35 м с диаметром ствола до 1 м. Крона формируется ветвями, расположенными перпендикулярно стволу, что придает ей высокие декоративные качества. Характерной особенностью являются листья на длинных сплюснутых черешках, обусловливающие их «дрожание» даже при слабом ветре [3]. Кора молодых деревьев имеет различные оттенки – от зеленоватого до серого, с возрастом темнеет. Многочисленными исследованиями подтверждено значительное внутривидовое разнообразие по цвету коры. Так, в Республике Татарстан выделены зеленокорая и серокорая формы [4], а в лесах Беларуси описаны также светлокорая и темнокорая формы [4], что предоставляет богатый материал для ландшафтного дизайна.

Ареал осины охватывает обширную территория от Западной Европы до Восточной Азии. В России вид распространен от европейской части до Сибири и Дальнего Востока, демонстрируя высокую морозостойкость [1]. По данным государственного учета лесного фонда, общая площадь осиновых лесов в России составляет около 24–25 млн га [2]. Вид является типичным пионером, быстро осваивающим нарушенные территории благодаря

эффективной системе вегетативного размножения [3]. Эта характеристика имеет первостепенное значение при рекультивации промышленных зон и других трансформированных территорий. Исследования в различных крупных городах (например, в Перми) подтверждают, что осина является одним из наиболее часто встречающихся видов в городских насаждениях, играя важную роль в восстановительных сукцессиях [4].

Многочисленные исследования выявили значительную внутривидовую изменчивость осины, особенно по цвету коры и морфологическим характеристикам листьев. На территории Европы и России идентифицированы зеленокорая, серокорая, светлокорая и темнокорая формы [4]. Примечательно, что в Костромской области численность серокорой формы почти в 4 раза превышает численность зеленокорой, а в Татарстане грибковым заболеваниям больше подвержены серокорые формы, тогда как зеленокорая демонстрирует повышенную устойчивость [4]. Это имеет важное значение для отбора посадочного материала для городских насаждений.

Существенным лимитирующим фактором использования осины является ее высокая поражаемость сердцевинной гнилью, вызываемой грибами Fomes fomentarius и Phellinus tremulae [2]. Пораженность увеличивается с возрастом и может достигать 90 % у перестойных деревьев [3]. Мониторинг фитопатологического состояния зеленых насаждений г. Сургута выявил высокую поражаемость осины некрозно-раковыми болезнями, мучнистой росой и ржавчиной [2]. Факторами, способствующими развитию болезней в городских условиях, являются наличие растительноядных клещей, избыток азотных удобрений, дефицит влаги и повышенная влажность воздуха [2]. В связи с этим, для городского озеленения перспективен отбор и использование устойчивых форм и клонов.

Перспективным направлением исследований является гибридизация. Естественный гибрид осины с тополем белым (*Populus* × *canescens*) характеризуется быстрым ростом и пониженной восприимчивостью к грибным заболеваниям [5]. Искусственные гибриды между евразийской осиной (*P. tremula*) и американской (*P. tremuloides*) статистически значимо превосходят обычную осину по диаметру на 65 %, по высоте – на 49 %, а по объему ствола – более чем в 3 раза [5]. Особый интерес представляют триплоидные формы осины (3n = 57), обладающие повышенной продуктивностью и устойчивостью [4]. Сорокалетние испытания клонов в Воронежской области позволили выделить перспективные мужские клоны, не образующие пуха, что особенно ценно для городской среды [4].

Благодаря быстрому росту, декоративности и способности очищать воздух, осина перспективна для использования в благоустройстве населенных пунктов [2]. В городских условиях листья осины эффективно аккумулируют тяжелые металлы (Zn, Cu, Cd, Pb), что позволяет использовать вид в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды [2]. Гибридная осина испытывается для очистки загрязненных нефтепродуктами почв,

показывая перспективные результаты [4]. Для размножения ценных для городской среды мужских, гибридных и триплоидных клонов целесообразно применение современных биотехнологических методов, таких как микроклональное размножение [4].

Проведенный анализ подтверждает, что осина обыкновенная (*Populus tremula* L.) представляет собой высокопластичный, быстрорастущий вид с широким экологическим ареалом и значительным формовым разнообразием. Однако ее широкое применение в урбанизированной среде сдерживается высокой поражаемостью заболеваниями. Перспективы использования вида связаны с селекцией устойчивых форм (в частности, зеленокорой), созданием высокопродуктивных гибридов и триплоидов, а также использованием мужских клонов, не продуцирующих пух. Для реализации этого потенциала необходимы дальнейшие комплексные исследования, направленные на изучение адаптации различных форм P. tremula к специфическим условиям городской среды, оценку их фиторемедиационного потенциала и разработку эффективных методов клонального микроразмножения. Проведение подобных исследований может быть успешно реализовано на базе учебно-опытных лесхозов лесотехнических вузов, в частности, с использованием инфраструктуры и методологического опыта, накопленного в Уральском учебно-опытном лесхозе УГЛТУ [3], где имеются отработанные методики организации долгосрочного мониторинга лесных экосистем. Сохранение и изучение внутривидового разнообразия осины имеет важное значение не только для поддержания биоразнообразия лесов, но и для расширения ассортимента древесных пород, используемых в создании комфортной и экологически сбалансированной городской среды.

Список источников

1. Естественное лесовосстановление на вырубках в северо-таежном равнинном районе Западной Сибири / К. А. Башегуров, А. Н. Гавриленко, Е. П. Розинкина [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. 2025. № 1. С. 58–70.

2. Макарова Т. А., Макаров П. Н. Мониторинг фитопатологического состояния зеленых насаждений города Сургута // Вестник НВГУ. 2017. № 1. С. 117–127.

3. Чиндяев А. С. Гидролесомелиоративные стационары в Уральском учебно-опытном лесхозе УГЛТУ. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехнический ун-т, 2008. 79 с.

4. Многолетние испытания клонов осины в Европейской России / А. П. Царев, В. А. Царев, Р. П. Царева, Н. В. Лаур // Известия вузов. Лесной журнал. 2025. № 3. С. 9–19.

5. Федорков А. Л. Объем и качество ствола гибридной и обычной осины в клоновом архиве // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 1. С. 92–98.

Научная статья
УДК 630.181

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ ДЕРЕВЬЕВ

Раван Женблат
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
rawan.genblatt@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы влияния лесозаготовительной техники на почву, а также на корневые системы деревьев.

Ключевые слова: корневые системы, лесозаготовительная техника, почва, плотность почвы

Для цитирования: Женблат Р. Влияние лесозаготовительной техники на корневые системы деревьев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 108−112.

Original article

THE INFLUENCE OF FORESTRY EQUIPMENT ON TREE ROOT SYSTEMS

Rawan Zhenblat
Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
rawan.genblatt@mail.ru

Abstract. The article discusses the influence of forestry equipment on the soil and tree root systems.

Keywords: root systems, forestry equipment, soil, soil density

For citation: Zhenblat R. (2026) Vliyanie lesozagotovitel`noj texniki na kornevy`e sistemy` derev`ev [The influence of forestry equipment on tree root systems]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 108–112. (In Russ).

© Женблат Р., 2026

Влияние лесозаготовительной техники на корневые системы деревьев проявляется через воздействие на почву, на ее физико-химические свойства, содержание питательных веществ и их круговорот [1]. Тяжелая лесозаготовительная техника деформирует поверхность почвы, уничтожает живой напочвенный покров, образует глубокие колеи (рис. 1). Такое воздействие может значительно замедлить темпы структурного восстановления лесов и может иметь долгосрочные последствия для их видового состава.



Рис. 1. Колея в сосняке брусничном
после проходной рубки

Восстановление плодородия почвы тесно связано с восстановлением надземной биомассы. При выборочных рубках меняется микроклимат, связанный с изменением освещенности на лесосеке. Изменения в микроклимате, обусловленные различиями в радиационном излучении в лесу, повышают температуру почвы, меняют влажность почвы, так как радиационное излучение и другие микроклиматические переменные между собой тесно связаны.

Как считает М. И. Калинин [2], что возникновение корней у растений стало поворотным этапом в эволюционном развитии, так как позволило растениям закрепиться на почве. И если жизнь зародилась в воде, то свое дальнейшее развитие она получила на суше.

Исследования О. Н. Тюкавиной [3] проводились в чистых сосняках с небольшой примесью березы в различных типах леса (сосняки лишайниковые, черничные, долгомошные) с полнотой 0,6 и возрастом от 5 до

180 лет, расположенными в Архангельской области. Были получены интересные данные о распространении корней как в вертикальном, так и горизонтальных направлениях. С одной стороны, это зависит от возраста, но с другой стороны, также и от типа леса. На начальном этапе развития в возрасте до 10 лет развитие корневых систем не зависит от типа леса, а вот после этого возраста наблюдаются различия в соотношении вертикальных и горизонтальных корней. Так, в лишайниковом типе леса у сосны развивается стержневой корень, а также скелетные корни, в черничном типе леса имеет место высокая разветвленность горизонтальных и вертикальных корней. В долгомошном типе леса самая небольшая глубина проникновения корней в почвенный горизонт, вертикальные корни отходят от шейки корня или от нижней части ствола, что является нарушением формирования корневой системы. Именно этим автор объясняет повышенную вероятность вывала сосны с корнем в сосняке-долгомошном. Похожие данные были получены К. С. Бобковой [4], которая также отмечала, что у сосны на песчаных почвах формируется стержневая корневая система. Ряд авторов отмечает, что на песчаных почвах у сосны формируется мощная корневая система с мощными боковыми корнями, но с неразвитым стержневым корнем.

Важно, на сколько от ствола распространяются корни деревьев и имеется ли зависимость между расстоянием от ствола и таксационными характеристиками дерева. По данным Тюкавиной [3], расстояние от шейки корня в сосняке лишайниковом составляет 4 м, в сосняке черничном – 3 м, в сосняке долгомошном – 1 м.

При проведении рубок важно иметь в виду, что воздействие на почву носит не только прямой непосредственный характер, но и опосредованный. При прямом воздействии техники происходит сжатие корней, отрыв корней от почвы и их обрыв. Опосредованный характер заключается в том, что меняется плотность почвы, а значит ее водный и воздушный режим, биологические процессы.

Ряд зарубежных исследований в Африке показал, что уплотнение почвы после лесозаготовок является более серьезной проблемой, чем эрозия почвы [5]. Особенно, если рассматривать их на фоне того, что крупные компании при заготовке леса осуществляют строительство дорог для вывозки древесины. Это, как правило, приводит к уменьшению прироста оставшихся деревьев в течение нескольких циклов рубки леса из-за серьезного уплотнения грунта.

Заготовка древесины, практикуемая в настоящее время в тропической Африке, не приводит к значительному снижению продуктивности почвы в местах вырубок, поскольку все ветви, листья и почти 50 % объема деревьев на корню остаются в лесу в виде остатков. Значительные изменения в продуктивности почвы наблюдались на магистральных и пасечных волоках, там, где порубочные остатки не укладывались на волока [5].

По [2], в первые годы после рубки масса мелких корней деревьев (на единицу площади) также уменьшается, и на секциях, где рубка не проводилась, корненасыщенность почвы больше. Аналогичные исследования проводились в тропических лесах Вьетнама и Африки. Так, [5] наблюдали значительные изменения физических свойств почвы от поверхности до глубины 30 см на волоках, в пасеках же значительного изменения свойств почв не наблюдалось. Также отмечалось, что концентрация питательных веществ во влажных тропических лесах снижается по сравнению с концентрацией в незатронутых рубками лесах даже через 25 лет после выборочных рубок. Обычно при таких рубках удаляется около 5–30 % биомассы. Увеличение объема древесной биомассы, изымаемой из лесного биогеоценоза, содержащей питательные вещества, приводит к снижению содержания питательных веществ в почве и продуктивности лесов. Кроме того, уменьшение густоты лесного насаждения в результате рубок приводит к повышению дневной температуры и снижению дневной влажности лесной подстилки, что неизменно влияет на круговорот питательных веществ.

Čermak Z. в своей работе рассматривает долгосрочное воздействие лесозаготовительных работ на корневую систему лесных насаждений на примере влажных тропических лесов в регионе Кон Ха Нунг, провинция Джиа Лай, Вьетнам. Работа состояла в том, чтобы количественно оценить массу корней в почвенном профиле и попытаться определить влияние проводимых лесозаготовительных работ на биомассу корней. В лесных насаждениях с известной историей вырубок отслеживалось наличие корней в отдельных слоях почвы. Оказалось, что большинство мелких корней находится в верхних 10 см почвенного профиля. Их масса уменьшается с увеличением глубины залегания; более 50 % общей массы корней приходится на верхнюю 30 см часть почвы. Разница в залегании корней на разных глубинах существенна.

Подводя итоги, можно констатировать тот факт, что в разных климатических зонах, в которых формируются различные виды почв, влияние лесозаготовительной техники на корни одинаково. Лесозаготовительная техника оказывает влияние на корневые системы оставшихся деревьев, уменьшая количество активных корней, обрывает корни, увеличивает плотность почвы.

Список источников

1. Поиск новых технических решений для повышения экологической совместимости лесных машин с лесной средой / И. В. Григорьев, И. И. Тихонов, О. И. Григорьева [и др.] // Интенсификация формирования и охраны интеллектуальной собственности : материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ПетрГУ. Петрозаводск : Петрозаводский государственный университет, 2015. С. 9–11.

2. Калинин М. И. Формирование корневых систем деревьев. М. : Лесн. пром-сть, 1983. 151 с.

3. Тюкавина О. Н., Евдокимов В. Н. Корневая система сосны обыкновенной в условиях северотаежной зоны // Известия вузов. Лесной журнал. 2016. № 1. С. 55–65.

4. Бобкова К. С. Строение корневых систем древесных пород в различных типах сосновых лесов Зеленоборского стационара // Вопросы экологии сосняков Севера : тр. Коми филиала АН СССР. 1972. Вып. 24. С. 52–69.

5. Čermak Z. Root layering in a tropical forest a_ er logging (Central Vietnam) // Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. 2012. LX, № 1. P. 23–28.

Научная статья
УДК 631.164.26

ОСОБЕННОСТИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПАРКА ИМЕНИ П. П. БАЖОВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕВИЧЬЕГО ВИНОГРАДА В ЕГО ОЗЕЛЕНЕНИИ

Юлия Инзаровна Закирова[1], Виктория Александровна Суханова[2], Татьяна Ивановна Фролова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] yulya.zakirova.2003@mail.ru
[2] miyaatsumu190305@gmail.com
[3] frolovati@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности благоустройства и планировки парка имени Павла Петровича Бажова в городе Златоуст. Особое внимание уделяется использованию в озеленении девичьего винограда, описываются преимущества его применения для создания зеленых зон.

Ключевые слова: Городской парк, озеленение, девичий виноград

Для цитирования: Закирова Ю. И., Суханова В. А., Фролова Т. И. Особенности благоустройства парка имени П. П. Бажова и использование девичьего винограда в его озеленении // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 113−118.

Original article

MUNICIPAL IMPROVEMENT FEATURES OF THE PARK NAMED AFTER P. P. BAZHOV AND THE USE OF MAIDEN GRAPES IN ITS LANDSCAPING

Yulia I. Zakirova[1], Victoria A. Sukhanova[2], Tatiana I. Frolova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] yulya.zakirova.2003@mail.ru
[2] miyaatsumu190305@gmail.com
[3] frolovati@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines the landscaping and planning features of Pavel Petrovich Bazhov Park in Zlatoust. Particular attention is paid to the use

© Закирова Ю. И., Суханова В. А., Фролова Т. И., 2026

of maiden grapes in landscaping and the advantages of using them to create green spaces are described.

Keywords: city park, landscaping, maiden grapes

For citation: Zakirova Yu. I., Sukhanova V.A., Frolova T. I. (2026) Osobennosti blagoustrojstva parka imeni P. P. Bazhova i ispol`zovanie devich`ego vinograda v ego ozelenenii [Municipal improvement features of the park named after P. P. Bazhov and the use of maiden grapes in its landscaping]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 113–118. (In Russ).

Горный парк им. П. П. Бажова в Златоусте был открыт 1 июня 2015 г. в День защиты детей как подарок городу от местного предприятия ООО Завод «Стройтехника», располагается в районе поселка Красная Горка, в южной исторической части города (рис. 1).



Рис. 1. Границы парка им. П. П. Бажова

В настоящее время парк имеет туристическую привлекательность из-за своих экспонатов, музейных и выставочных залов: «Созвездие самоцветов», «Оружейная мастерская», «Хронограф Златоуста», башня-колокольня святителя Иоанна Златоуста и скульптуры, посвященный героям сказов Бажова и уральским самоцветам.

Другая особенность парка в том, что при строительстве использовался Мансуровский и Бердяушевский гранит, Атлянский мрамор, скальные породы с карьера Радостный, уникальные скалы-останцы с хребта Уреньга, малахит и лазурит с Михеевского карьера, габбро из Карелии, змеевик из Березовского карьера и уникальные горные породы с Малышевского месторождения [2].

Исходя из особенностей расположения территории парка, сформировался особый баланс (табл. 1).

Таблица 1

Типы пространственной структуры (ТПС)

Тип	Площадь, м^2	Доля, %	Норма, %
Открытый	15 375	75	20–30
Полузакрытый	4 100	20	10–40
Закрытый	1 025	5	40–70
Общая площадь парка	20 500	100	100

В первоначальном проекте, созданном Ростовой Светланой Юрьевной, использование девичьего винограда предполагалось только для озеленения лавок (рис. 2), чтобы создать укрытие от солнца, так как из-за подземных коммуникаций было невозможно посадить в этом месте крупные деревья, способные создать тень. Позже стало понятно, что из-за активного использования камня в благоустройстве возникла необходимость использования растений. Решением этой проблемы занялась Абибулаева Наталья Владимировна – инженер садово-паркового хозяйства.



Рис. 2. Лавки, обвитые девичьим виноградом

Девичий виноград вследствие того, что он является быстрорастущей лианой, засухоустойчивым, теневыносливым, нетребовательным к почве растением смог занять ведущее положение в эстетическом формировании облика парка [3]. А благодаря тому, что он способен цепляться даже за ровные поверхности, не требует опор, не боится сухих открытых мест и каменистых склонов, он был использован для декорирования больших массивов глыб из мрамора и сплошных каменных заборов (рис. 3). Это усилило декоративность и привлекательность парка.



Рис. 3. Девичий виноград среди мрамора

Таким образом удалось значительно оживить территорию, а первоначальная задумка с живыми навесами из винограда над скамейками добавила парку узнаваемость и туристическую привлекательность.

В настоящее время озеленение парка становится более разнообразным, здесь высажены и произрастают более 30 видов растений, из них 25 видов кустарников и деревьев, которые представлены в табл. 1, а также в большом количестве используются различные травянистые растения: астильба (Astilbe), хоста (Hosta), лилейник (Hemerocallis), бадан (Bergenia), флокс метельчатый (Phlox paniculata), клубника лесная (Fragaria vesca).

Как видим из табл. 2, разнообразие видов присутствует, но отдельные виды представлены в единичных экземплярах, что вносит небольшой диссонанс в общевидовое разнообразие озеленения данного городского парка.

Таблица 2

Видовой состав растительности деревьев и кустарников

	Вид растений	Количество, шт.
1	Вишня пенсильванская (Cerasus pensylvanica)	15
2	Дерен белый (Cornus alba)	22
3	Пузыреплодник краснолистный Диабло (Physocarpus opulifolius Diabolo)	5
4	Ясень обыкновенный (Fraxinus excelsior)	2
5	Клен ясенелистный (Acer negundo)	1
6	Лапчатка кустарниковая (Potentilla fruticosa)	9
7	Лапчатка белая (Potentilla alba)	4
8	Можжевельник казацкий (Juniperus sabina)	26
9	Можжевельник горизонтальный “Icee Blue” (Juniperus horizontalis “Icee Blue”)	9
10	Сосна горная (Pinus mugo)	2
11	Туя западная “Смарагд” (Thuja occidentalis 'Smaragd')	3
12	Туя западная шаровидная (Thuja occidentalis 'Globosa')	1
13	Ель колючая “Glauca Globosa” (Picea pungens “Glauca Globosa”)	2
14	Туя шаровидная «Даника» (Thuja occidentalis “Danica”)	1
15	Тополь белый (серебристый) колоновидный (Populus alba “Piramidalis”)	2
16	Яблоня Недзвецкого (Malus niedzwetzkyana)	2
17	Калина гордовина (Viburnum lantana)	1
18	Можжевельник скальный (Juniperus scopulorum)	2
19	Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)	9
20	Рододендрон (Rhododendron)	1
21	Спирея “Grefsheim” (Spiraea cinerea “Grefsheim”)	8
22	Спирея японская “Little Princess” (Spiraea japonica “Little Princess”)	24
23	Тополь колоновидный (Populus pyramidalis)	26
24	Боярышник (Crataegus)	12
25	Клен татарский (Acen tataricum)	1

Обобщая исследование, можно отметить однозначную успешность приемов озеленения с использованием девичьего винограда в благоустройстве городских парков на примере парка им. П. П. Бажова.

Список источников

1. Исторический багаж. Некоммерческий информационный историко-просветительский проект : [сайт]. URL: https://xn--80aabjhkiabkj9b0amel2g.xn--p1ai/post/gornyy-park-imeni-p-p-bajova %2C-gde-skazka-stala-realnostyu-2987 (дата обращения: 01.08.2025).

2. Наш Урал и весь Мир. Горный парк им. П. П. Бажова : [сайт]. URL: https://nashural.ru/dostoprimechatelnosti-urala/chelyabinskaya-oblast/gornyj-park-im-bazhova/ (дата обращения: 28.08.2025).

3. Гордеев сад. Девичий виноград в ландшафтном дизайне : [сайт]. URL: https://gordeevsad.ru/devichijvinogradvlandshaftnomdizajne (дата обращения: 20.09.2025).

Научная статья
УДК 712.4

К ПРОБЛЕМЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ НА БУЛЬВАРАХ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Михаил Сергеевич Зимарин[1], Марина Владимировна Кочергина[2]
[1, 2] Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия
[1] ZimMishUch@yandex.ru
[2] diamond-kmv@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты изучения ассортимента растений, образующих насаждения бульваров г. Воронежа. Определены виды деревьев и кустарников, их участие в составе насаждений, систематическое положение и географическое происхождение.

Ключевые слова: бульвары, ассортимент растений, жизненные формы, систематическое положение, интродуценты

Для цитирования: Зимарин М. С., Кочергина М. В. К проблеме видового разнообразия растений на бульварах города Воронежа // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 119−123.

Original article

ON THE PROBLEM OF PLANT SPECIES DIVERSITY ON THE BOULEVARDS OF VORONEZH

Mickhail S. Zimarin[1], Marina V. Kochergina[2]
[1, 2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] ZimMishUch@yandex.ru
[2] diamond-kmv@yandex.ru

Abstract. The results of researching the plant diversity forming the plantations of the boulevards of the city of Voronezh are presented. The species of trees and shrubs, their participation in the composition of plantations, their systematic position and geographical origin are determined.

© Зимарин М. С., Кочергина М. В., 2026

Keywords: boulevards, plant diversity, life forms, systematic position, introduced species

For citation: Zimarin M. S., Kochergina M. V. (2026) K probleme vidovogo raznoobraziya rastenij na bul`varax goroda Voronezha [On the problem of plant species diversity on the boulevards of Voronezh]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 119–123. (In Russ).

Первые бульвары начали появляться около 300 лет назад как аллеи для прогулок на местах оборонительных валов [1]. В Воронеже одним из первых таким образом появился Кольцовский бульвар. В 1774 г. территория, на которой он расположен, представляла собой земляной вал на окраине города. Позже, вплоть до начала XX в., здесь располагалась сточная канава с несколькими мостиками. В середине XX в. канаву засыпали и высадили первые деревья. Сегодня Кольцовский бульвар представляет собой современный объект ландшафтной архитектуры, являющийся местом отдыха горожан [2].

Помимо архитектурно-планировочных и социокультурных функций, насаждения бульваров участвуют в поддержании экологического равновесия и комфорта среды, создавая тень, снижая шум, поглощая поллютанты, выделяя кислород и фитонциды [3,4].

Эффективность зеленых насаждений определяется биоэкологическими и декоративными характеристиками тех древесных пород и кустарников, которые их образуют. По данным Т. Б. Сродных и Е. И. Лисиной [5], успешное выполнение санитарно-гигиенических функций обеспечивается подбором декоративных и долговечных растений, устойчивых к пыли и газам. Поэтому вопросы, посвященные изучению ассортимента насаждений бульваров, являются актуальными.

Цель работы – определить видовой состав насаждений бульваров г. Воронежа и предложить ассортимент растений для расширения их видового разнообразия.

В качестве объектов исследований были выбраны бульвары, расположенные в разных районах города. Характеристика объектов приведена в табл. 1.

В насаждениях бульваров была проведена инвентаризация с определением видового состава, распределением растений по жизненным формам, систематическому положению и географическому происхождению.

На объектах определено 25 видов деревьев и 11 видов кустарников, включая декоративные формы. В насаждениях бульваров доминируют лиственные породы, в то время как хвойные виды немногочисленны и включают 2 дерева и 2 кустарника (табл. 2).

Таблица 1

Объекты исследований

Название объекта	Площадь, га	Административный район	Адрес
Бульвар «Чернавская дамба»	38	Железнодорожный	ул. Димитрова, 2в
Бульвар Ростовский	4,4	Левобережный	ул. Ростовская, 46д, 60/1
Красноармейский бульвар	0,95	Ленинский	ул. Красноармейская, 21/2, 52п
Бульвар «Аллея Славы»	1,1	Коминтерновский	Московский проспект, 82д
Бульвар Маршака	0,5	Советский	ул. Писателя Маршака, 21д
Кольцовский бульвар	0,8	Центральный	ул. Кольцовская, 46д

Таблица 2

Видовой состав насаждений бульваров г. Воронежа

№ п/п	Вид	Семейство	Количество	
			шт.	%
Деревья				
1	Туя западная (*Thuja occidentalis* L.)	Кипарисовые (Cupressaceae)	1	0,1
2	Ель колючая (*Picea pungens*)	Сосновые (Pinaceae)	10	0,6
3	Береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.)	Березовые (Betulaceae)	15	0,9
4	Береза повислая (*Betula pendula* Roth)		61	3,6
5	Катальпа обыкновенная (*Catalpa bignonioides* Walter)	Бигнониевые (Bignoniaceae)	27	1,6
6	Робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.)	Бобовые (Fabaceae)	5	0,3
7	Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.)	Буковые (Fagaceae)	1	0,1
8	Вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.)	Вязовые (Ulmaceae)	219	12,8
9	Тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Rozier)	Ивовые (Salicaceae)	88	5,4
10	Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.)		97	5,7
11	Тополь белый (*Populus alba* L.)		112	6,7
12	Ива белая (*Salix alba* L.)		34	2,0
13	Ива козья (*Salix caprea* L.)		16	0,9
14	Ива вавилонская (*Salix babylonica* L.)		75	4,5
15	Ива пурпурная (*Salix purpurea* L.)		110	6,4
16	Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.)	Мальвовые (Malvaceae)	467	27,5

Окончание табл. 2

№ п/п	Вид	Семейство	Количество	
			шт.	%
17	Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.)	Розовые (Rosaceae)	48	2,9
18	Рябина промежуточная (*Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.)		39	2,4
19	Груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.)		13	0,8
20	Слива колючая (*Prunus spinosa* L.)		3	0,2
21	Слива растопыренная ф. Вуда (*Prunus divaricata* f. Woodii)		26	1,5
22	Черемуха виргинская (*Prunus virginiana* L.)		35	2,0
23	Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.)	Сапиндовые (Sapindaceae)	16	0,9
24	Клен остролистный (*Acer platanoides* L.)		155	9,3
25	Каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.)		17	1,0
Итого деревьев			1690	100
Кустарники				
26	Можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.)	Кипарисовые (Cupressaceae)	10	0,2
27	Сосна горная ф. Мугус (*Pinus mugo* f. Mughus)	Сосновые (Pinaceae)	21	0,5
28	Чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.)	Гортензиевые (Hydrangeaceae)	6	0,1
29	Дерен белый (*Cornus alba* L.)	Кизиловые (Cornaceae)	55	1,2
30	Сирень мохнатая (*Syringa villosa* Vahl.)	Маслиновые (Oleaceae)	26	0,6
31	Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.)		24	0,6
32	Арония черноплодная (*Aronia melanocarpa* Elliott**)**	Розовые (Rosaceae)	2000	49,1
33	Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* L.)		50	1,2
34	Спирея японская (*Spiraea japonica* L.f.)		280	6,9
35	Ирга круглолистная (*Salix rotundifolia* Lam.)		10	0,2
36	Спирея Вангутта (*Spiraea x vanhouttei*)		1609	39,2
Итого кустарников			4091	100

Анализ ассортимента деревьев показал, что в насаждениях бульваров г. Воронежа преобладают липа мелколистная и вяз приземистый, их суммарное участие составляет около 40 %. К редким видам деревьев, имеющим единичное распространение, относятся дуб черешчатый, туя западная, слива колючая, робиния и ель. Наибольшее видовое разнообразие древесных форм представлено в семействах Ивовые и Розовые.

Основу кустарниковой части насаждений составляют спирея Вангутта и арония черноплодная, суммарно занимающие около 90 % от общего числа кустарников. Участие прочих кустарниковых видов оценивается как единичное. По числу видов доминирует семейство Розовые, в котором определено 5 видов. Другие семейства представлены незначительно.

Рассматривая географическое происхождение видов, следует отметить, что подавляющее большинство как деревьев, так и кустарников, являются интродуцентами.

Таким образом, несмотря на значительное видовое разнообразие, основу насаждений бульваров г. Воронежа составляют липа мелколистная, вяз приземистый, арония и спирея Вангутта. В целях повышения устойчивости, санитарно-гигиенической роли и эстетических характеристик насаждений в их состав следует вводить растения, способные формировать плотную и густую крону, в том числе хвойные деревья и кустарники.

Список источников

1. Лейзерова А. В., Багина Е. Ю., Булавина Л. В. Новая жизнь бульваров // Архитектон : Известия вузов. 2018. № 2 (62). С. 58–72.

2. Кочергина М. В., Пономарева Е. А. Оценка состояния насаждений Кольцовского бульвара в городе Воронеже // Актуальные научные направления ландшафтной архитектуры – от истока к инновациям: матер. Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 95-летию ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова. Воронеж, 2025. С. 52–57.

3. Конашова С. И., Гулиева Э. А. Зеленые насаждения на бульварах Уфы // Интерактивая наука. 2018. № 3 (25). С. 52–54.

4. Динамика видового состава и состояния зеленых насаждений на бульварах Екатеринбурга в период 2000–2023 гг. / Т. Б. Сродных, С. В. Вишнякова, С. Н. Луганская [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 10 (148). URL: https://research-journal.org/archive/10-148-2024-october/10.60797/IRJ.2024.148.102 (дата обращения: 24.11.2025).

5. Сродных Т. Б., Лисина Е. И. Бульвары городов Среднего Урала. Планировка. Ассортимент. Санитарное состояние. Екатеринбург, 2015. 94 с.

Научная статья
УДК 630.57: 630*524.634:630.1

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ОКТЯБРЬСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Екатерина Романовна Золотухина[1], Александра Алексеевна Митракова[2], Оксана Сергеевна Буланова[3]
[1–3] Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
[1] ezolotuhina852@gmail.com
[2] sashamitrakova2004@gmail.com
[3] oksbulanova@mail.ru

Аннотация. Методом лесопатологического перечета определено санитарное состояние сосновых насаждений на территориях с разным уровнем рекреационного воздействия в Октябрьском районе г. Красноярска. Приводятся данные о запасе сухостоя и валежа.

Ключевые слова: санитарное состояние, сосновый древостой, запас, лесопарк, Красноярск

Для цитирования: Золотухина Е. Р., Митракова А. А., Буланова О. С. Оценка состояния сосновых древостоев в Октябрьском районе города Красноярска // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 124−128.

Original article

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF PINE STANDS IN THE OKTYABRSKY DISTRICT OF KRASNOYARSK

Ekaterina R. Zolotukhina[1], Alexandra A. Mitrakova[2], Oksana S. Bulanova[3]
[1–3] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
[1] ezolotuhina852@gmail.com
[2] sashamitrakova2004@gmail.com
[3] oksbulanova@mail.ru

Abstract. The sanitary condition of pine stands growing in areas with varying levels of recreational impact in the Oktyabrsky district of the city of Krasnoyarsk was determined by the method of forest pathology inventory. Data on the stock of dead wood and fallen trees are provided.

Keywords: sanitary condition, pine stand, stock, forest park, Krasnoyarsk

© Золотухина Е. Р., Митракова А. А., Буланова О. С., 2026

For citation: Zolotuhina E. R., Mitrakova A. A., Bulanova O. S. (2026) Ocenka sostoyaniya sosnovy`x drevostoev v Oktyabr`skom rajone goroda Krasnoyarska [Assessment of the condition of pine stands in the Oktyabrsky district of Krasnoyarsk]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 124–128. (In Russ).

В условиях высоких темпов урбанизации и все возрастающей рекреационной активности горожан особенно важна информация о состоянии лесных экосистем и их компонентов при разной рекреационной нагрузке, которая поможет в прогнозировании динамики рекреационных лесов и выборе оптимальных методов управления [1].

Цель исследования – оценка состояния сосновых древостоев, подверженных рекреационному воздействию, в Октябрьском районе г. Красноярска.

Октябрьский район г. Красноярска принято считать экологически чистым. Однако город разрастается в западном направлении, что приводит к появлению множества новых жилых комплексов, спортивных площадок и оборудованных мест для отдыха. В результате поток отдыхающих в зеленые насаждения района растет, что значительно увеличивает рекреационную нагрузку на лесные экосистемы.

Район исследования относится к лесостепной зоне Среднесибирского подтаежно-лесостепного района [2].

Естественная лесная растительность г. Красноярска соответствует зональным условиям и сохранилась на окраинах города, внутри некоторых городских микрорайонов, кварталов и дворов. Состав лесообразующих пород: два вида берез (*Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.), осина (*Populus tremula* L.), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна (*Pinus sylvestris* L.) и пихта (*Abies sibirica* Ledeb.). Наибольшим распространением характеризуются светлохвойные и мелколиственные леса.

Объекты исследований представлены как естественными, так и искусственными сосновыми насаждениями. Санитарное состояние насаждений определяли по средневзвешенной категории состояния (СКС) на основании соотношений запасов произрастающих в них деревьев различных категорий санитарного состояния [3].

Основные таксационные показатели деревьев (высота и диаметр ствола на высоте 1,3 м) определялись с использованием стандартных методов. Запас древостоя рассчитывался по методу объемных таблиц с использованием регионального справочника [4]. Стадии дигрессии установлены по проценту площади вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова от общей площади обследуемого участка [5].

Для оценки состояния сосновых древостоев заложено пять временных пробных площадей (ВПП). Первая ВПП (сосняк осочковый) является контрольной – с наименьшей степенью рекреационной нагрузки. Здесь отсутствует тропиночная сеть, не выявлены нарушения живого напочвенного покрова и повреждения древесно-кустарникового яруса. ВПП2 (сосняк разнотравно-осочковый) заложена в зоне умеренной рекреации – в 500 м от Юдинского пруда. Тропиночная сеть в пределах пробной площади также не наблюдается, но в 7 м от края ВПП проходит маркированная экотропа. Лесной участок используется для сбора грибов, временного отдыха на природе. Третья пробная площадь (сосняк майниковый) располагается в лесном массиве в 100 м от садоводческого некоммерческого товарищества (СНТ) «Родничок». Участок активно используется рекреантами для пеших прогулок, выгула собак, сбора ягод и грибов. Также на ВПП3 было зафиксировано самовольно оборудованное место для отдыха у костра. Площадь вытоптанных троп составляет 1,9 %. ВПП4 (сосняк подорожниковый) заложена в южной части экопарка «Березовая роща» между обустроенными дорожками, которые послужили естественными границами для ПП. Оборудованные места отдыха и наличие освещения привлекают большее количество рекреантов. Однако в пределах ПП площадь тропинок составляет 1,5 %. В зоне активной рекреации расположена и пятая пробная площадь (сосняк разнотравный): на обустроенной территории экопарка «Гремячая грива». Насаждение на данной пробной площади относится к искусственным посадкам. Территория используется для пеших прогулок, пробежек, выгула собак, сбора ягод и, возможно, грибов. Площадь тропинок составляет 1,4 %.

В подросте на всех пробных площадях присутствует сосна обыкновенная (*P. sylvestris*). На четырех площадях идет возобновление клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), пихты сибирской (*A. sibirica*) и березы повислой (*B. pendula*). Только на контрольном участке (ВПП1) отмечены ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и лиственница сибирская (*L. sibirica*) и наблюдается наибольшее разнообразие видов деревьев в подросте – 8.

В подлеске повсеместно отмечена рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.). В 80 % случаев присутствуют: яблоня сибирская (*Malus baccata* var. *Sibirica*), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex A. Blytt) и калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), реже встречается малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). Отметим, что при увеличении рекреационного воздействия число видов подлесочных пород увеличивается в ряду: ВПП1, ВПП2, ВПП3 (8) – ВПП4 (9) – ВПП5 (10).

В таблице представлены значения основных таксационных показателей и показателей состояния обследованных сосняков Октябрьского района г. Красноярска, испытывающих разную степень рекреационного воздействия. Средняя высота насаждений варьирует от 19,1 до 29,3 м, диаметр – от 27 до 39 см.

Средние значения таксационных показателей сосняков
в зависимости от рекреационного воздействия

№ ВПП	Состав древостоя	Диаметр, см	Высота, м	Густота, шт./га	Запас, $м^3$/га			Стадия дигрессии	СКС насаждения
					древостоя	сухостоя	валежа		
1	10С	30,5	24,1	1135	1017,9	13,7	41,2	Контроль	1,11
2	7С3Б	29,8	19,1	879	578,6	32,2	9,3	Первая	1,84
3	10С ед. Б, Лц	38,8	29,3	768	1253,8	13,2	–	Вторая	1,94
4	10С	35,0	27,5	594	876,5	2,7	0,5		1,96
5	10С	27,2	22,2	1189	768,0	3,5	3,7		1,70

В ходе исследований установлено, что все сосняки (кроме контрольной ПП) характеризуются как ослабленные. СКС изменяется от 1,70 до 1,96. Запас деревьев первой категории состояния (без признаков ослабления) составляет 80,2 % от общего запаса древостоя на контрольной ПП, 36,0 % – на участке с первой стадией дигрессии, 29,5 % (25,4–37,5 %) – в насаждениях со второй стадией дигрессии. На деревья второй категории состояния приходится до 58 % от запаса древостоя на ПП.

Текущий отпад составляет в среднем 1,5 % от запаса всего насаждения, варьируя от 0,2 % на контрольной ВПП1 до 2,5 % в зоне активной рекреации (ВПП5), и представлен только усыхающими деревьями. Основной отпад составляют деревья, погибшие в прошлые годы (старый сухостой), на долю которых приходится до 5,6 % от запаса (2,7–32,2 $м^3$/га).

Отсутствие валежа на ВПП3 и его небольшой запас на ВПП4 и ВПП5 (0,5–3,7 $м^3$/га) объясняется регулярной уборкой крупных древесных остатков либо с целью улучшения эстетических свойств ландшафта, либо с целью использования в личных целях жителями СНТ. Как мы видим, на участках с меньшей рекреационной нагрузкой и отсутствием благоустройства территории (контрольная пробная площадь) наблюдается самый большой запас валежа. Отметим, состояние насаждений на ВПП3–ВПП5 при уменьшении показателя захламленности территорий не улучшается. Поэтому более показательным критерием состояния насаждений можно считать СКС.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Рекреационные сосновые насаждения в Октябрьском районе г. Красноярска по состоянию оцениваются как ослабленные, со слабой степенью нарушения устойчивости.

2. Уменьшение запаса валежа и сухостоя является следствием регулярных уборок крупных древесных остатков.

3. Показатель средневзвешенной категории состояния насаждения лучше отражает ухудшение состояния насаждения, чем показатель запаса валежа.

Собранные данные могут стать базой для дальнейшего мониторинга состояния лесных насаждений в лесопарковой зоне г. Красноярска.

Для улучшения состояния древесно-кустарникового яруса, подроста, подлеска, восстановления живого напочвенного покрова на участках со второй стадией дигрессии рекомендуется ограничить перемещение рекреантов вне обустроенных троп.

Список источников

1. Сушкевич А. Д., Шабалина О. М. Состав и структура растительности в зоне рекреационной нагрузки экопарка «Гремячая грива» // Интеграция науки и образования: современные проблемы, достижения и инновации в области экологии и устойчивого развития : материалы научной конф., Красноярск, 1–3 ноября 2022 г. / Сиб. федер. ун-т, Ин-т экологии и географии; отв. ред.: И. Н. Безкоровайная, Е. Я. Мучкина, И. Г. Гетте. Красноярск : СФУ, 2022. С. 104–106.

2. Лесохозяйственный регламент Городского лесничества города Красноярска : утвержден Постановлением Администрации города Красноярска от 19 января 2023 г. № 30 Администрация г. Красноярска. URL: https://www.admkrsk.ru/citytoday/property/leshoz/Pages/default.aspx (дата обращения: 13.06.2025).

3. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047 // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/75037636/ (дата обращения: 17.03.2025).

4. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири / сост. С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев, Н. В. Павлов [и др.]. М. : ВНИИЛМ, 2002. 166 с.

5. ОСТ 56-100–95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. М., 1995. 8 с. // Докипедия : справочно-правовая система : [сайт]. URL: https://dokipedia.ru/document/5327894 (дата обращения: 02.04.2025).

Научная статья
УДК 630.41

АНАЛИЗ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2024–2025 ГГ.

Полина Рудиевна Исеметова[1], Татьяна Владимировна Прохорова[2]
[1, 2] Уральский лесотехнический колледж, Екатеринбург, Россия
[1] pol.inka29@mail.ru
[2] prokhorovatv@m.usfeu.ru

Аннотация. Приведены результаты анализа лесопатологической обстановки Свердловской области за период 2024–2025 гг. на основе результатов государственного лесопатологического мониторинга. Описаны очаги поражения, опасные болезни и вредители, дана оценка эффективности санитарных мер и даны предложения по их совершенствованию.

Ключевые слова: очаги поражения, лесопатологический мониторинг, восстановление насаждений

Для цитирования: Исеметова П. Р., Прохорова Т. В. Анализ лесопатологической обстановки на территории Свердловской области за 2024–2025 гг. // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 129−132.

Original article

ANALYSIS OF THE FOREST PATHOLOGICAL SITUATION IN THE SVERDLOVSK REGION IN 2024–2025

Polina R. Isemetova[1], Tatiana V. Prokhorova[2]
[1, 2] Ural Forestry Engineering College, Ekaterinburg, Russia
[1] pol.inka29@mail.ru
[2] prokhorovatv@m.usfeu.ru

Abstract. The results of the analysis of the forest pathology situation in the Sverdlovsk region for the period 2024-2025 based on the results of the state forest pathology monitoring are presented. The damage centers, dangerous diseases and pests are described, the effectiveness of sanitary measures is assessed and suggestions for their improvement are given.

Keywords: damage centers, forest pathology monitoring, plantations restoration

© Исеметова П. Р., Прохорова Т. В., 2026

For citation: Isemetova P. R., Prokhorova T. V. (2026) Analiz lesopatologicheskoj obstanovki na territorii sverdlovskoj oblasti za 2024–2025 gg [Analysis of the forest pathological situation in the Sverdlovsk region in 2024–2025]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 129–132. (In Russ).

Изменение климата в России с каждым годом становится все более заметным. Наиболее заметной тенденцией является повышение среднегодовой температуры воздуха [1]. В связи с этим, в последние годы на территории Свердловской области наблюдается значительный рост численности вредителей леса. Так, в границах региона в 2025 г. наблюдалось широкое распространение листогрызущих вредителей, особенно шелкопряда сибирского и шелкопряда непарного [2]. Хотя, по данным прогноза, угроза массового размножения или объедания насаждений сибирским шелкопрядом в 2025 г. не прогнозировалась [3].

В результате карантинного фитосанитарного обследования лесных насаждений в июне 2025 г. зафиксированы растущие очаги повреждения лесных участков непарным шелкопрядом в Ирбитском, Талицком, Байкаловском, Сухоложском, Камышловском, Пышминском, Таборинском, Новолялинском и других районах [2, 3]. Обзор информации СМИ показал, что в июне население разных населенных пунктов массово сообщало о нашествии вредителей. Более наглядные фото представлены на рис. 1.

Также, в 2024 г., согласно отчету Федерального агентства лесного хозяйства, около 250 675,6 га леса Свердловской области было поражено непарным шелкопрядом. Большой урон был нанесен сосне и ели, в результате чего «у ослабленных хвойных насаждений развились стволовые и корневые болезни: смоляной рак, корневая губка, еловая губка, сосновая губка, различные гнили. Отдельные проявления корневых и сосудистых заболеваний отмечены у дуба и березы». Повреждение листвы было также обнаружено у кустарников, составляющих подлесок [3]. На рис. 2 показана динамика распространения основных вредителей и болезней на территории лесов области.

Диаграмма была составлена нами по открытым данным государственного лесопатологического мониторинга. Можно сделать вывод, что в основном лесопатологическая обстановка по некарантинным видам в Свердловской области стабильна. В диаграмму не вошел карантинный вид, который также был зафиксирован в 2024–2025 гг. – шелкопряд сибирский, его площадь составляет 143,9 га.



Лес вокруг д. Колясникова
Камышловского района 15.06.2025 г. [4]



Лес возле с. Квашнинское
Камышловского района 16.06.2025 [4]



Лес возле с. Троицкое
ГО Богданович 18.06.2025 г. [5]

Рис. 1. Состояние лесных насаждений на юге Свердловской области
в июне 2025 г.

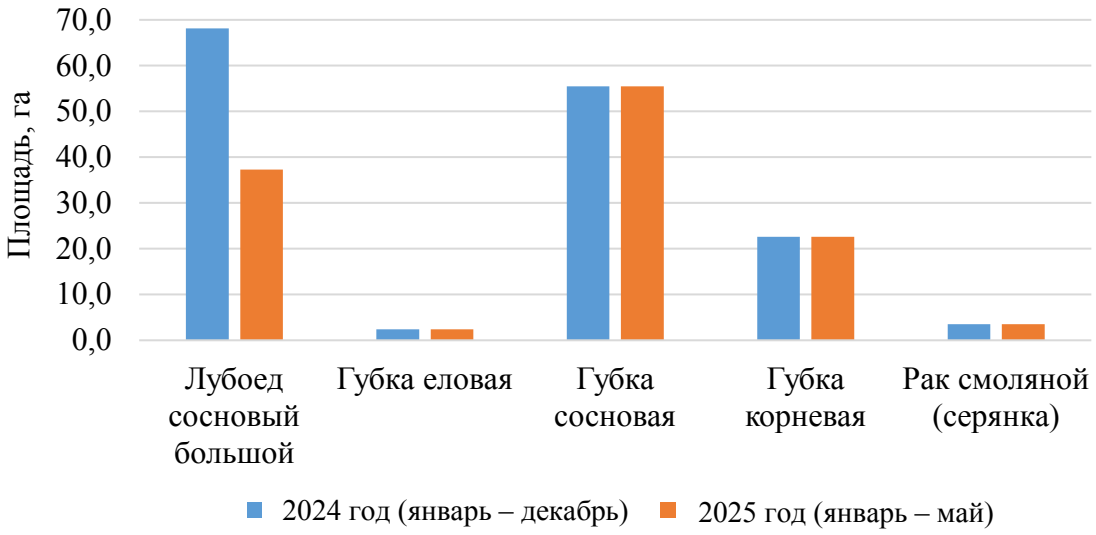


Рис. 2. Площадь очагов вредителей и болезней на территории
Свердловской области в период с 2024 по 2025 гг.

Всего в 2024 г. очаги вредителя были выявлены на участках восемнадцати лесничеств, и главным при проведении лесопатологического обследования лесов региона было проведение санитарно-оздоровительных мероприятий для уже поврежденных лесов, возможно поэтому ситуация в 2025 г. осталась примерно на том же уровне. Так, холодный и дождливый май в 2024 г. привел к уменьшению численности сосновой совки [3].

Таким образом, лесопатологическая обстановка в Свердловской области в целом стабильна, но отмечен рост численности шелкопряда непарного. Необходимо проводить регулярные наземные обследования лесных участков, своевременное информирование муниципалитетов и населения, а также оперативную локализацию и ликвидацию очагов с возможным привлечением населения и волонтеров.

Список источников

1. Глобальное изменение климата и Уральский федеральный округ. На пути к адаптации. СПб. : Наукоемкие технологии, 2021. 21 с.

2. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) : [сайт]. URL: https://74.fsvps.gov.ru/news/kak-borotsja-s-neparnym-shelkoprjadom-predstavitel-upravlenija-rosselhoznadzora-prinjal-uchastie-v-soveshhanii-u-pervogo-zamestitelja-gubernatora-sverdlovskoj-oblasti/ (дата обращения: 28.11.2025).

3. Официальный сайт ФБУ «Рослесозащита» : [сайт]. URL: https://chelyabinsk.rcfh.ru/presscenter/novosti/prognoz-sanitarnogo-i-lesopatologicheskogo-sostoyaniya-nasazhdeniy-sverdlovskoy-oblasti-na-1-polugod/ (дата обращения: 26.11.2025).

4. Сообщество Вконтакте Газета «Камышловские известия» : [сайт]. URL: https://vk.com/kam_news (дата обращения: 23.11.2025).

5. Сообщество Вконтакте «Типичный Богданович» : [сайт]. URL: https://vk.com/bgdcity (дата обращения: 23.11.2025).

Научная статья
УДК 630. 551.55

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Татьяна Николаевна Карпова[1], Фарида Саматовна Исламгулова[2], Оксана Валерьевна Сычугова[3], Светлана Сергеевна Постникова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] karpovatana96@gmail.com
[2] faridaislamgulova7@gmail.com
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru
[4] postnikovass@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведен анализ показателей влажности воздуха внутри лесного насаждения, на открытом пространстве и между ними, у кромки леса.

Ключевые слова: влажность воздуха, микроклимат, лесопарк

Для цитирования: Влияние лесных насаждений на влажность воздуха / Т. Н. Карпова, Ф. С. Исламгулова, О. В. Сычугова, С. С. Постникова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 133−136.

Original article

THE INFLUENCE OF FOREST PLANTATIONS ON AIR HUMIDITY

Tatiana N. Karpova[1], Farida S. Islamgulova[2], Oksana V. Sychugova[3], Svetlana S. Postnikova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] karpovatana96@gmail.com
[2] faridaislamgulova7@gmail.com
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru
[4] postnikovass@m.usfeu.ru

Abstract. The paper analyzes the air humidity indicators inside the forest plantation, in the open space, and between them, at the edge of the forest.

Keywords: air humidity, microclimate, forest park

© Карпова Т. Н., Исламгулова Ф. С., Сычугова О. В., Постникова С. С., 2026

For citation: Vliyanie lesny`x nasazhdenij na vlazhnost` vozduxa [The influence of forest plantations on air humidity] (2026) T. N. Karpova, F. S. Islamgulova, O. V. Sychugova, S. S. Postnikova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 133–136. (In Russ).

Леса играют огромную роль в поддержании экологического баланса территорий. Среди множества функций, выполняемых лесами, гидрологическая занимает одно из ведущих мест. Лесные насаждения влияют на климат своего региона. Внутри насаждений создается особый микроклимат, одним из главных показателей которого является влажность воздуха [1].

Целью данной работы является анализ уровня влажности приземного слоя воздуха лесных массивов и открытых пространств.

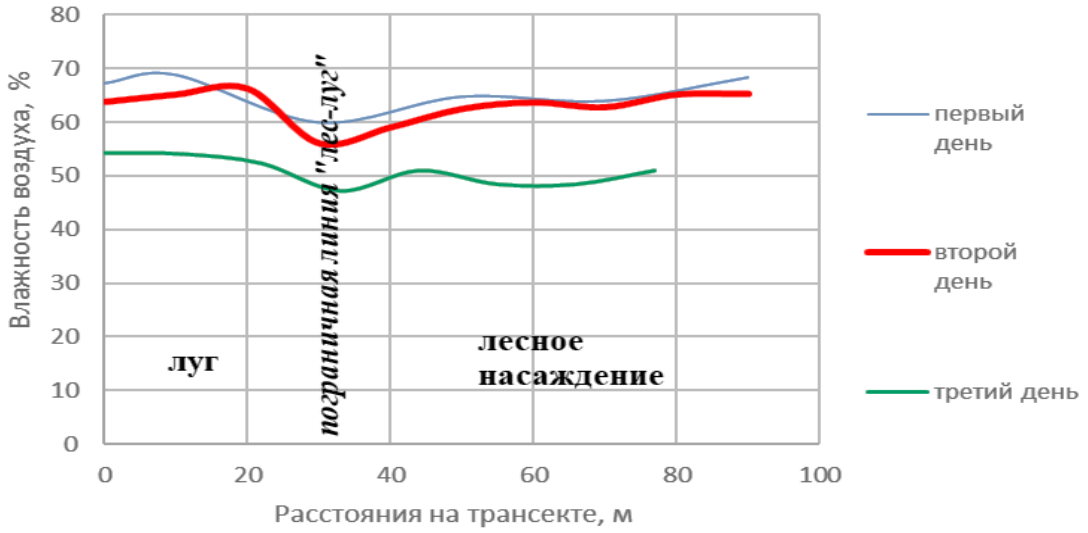
Влага для растений выполняет множество функций

1. Транспирация: это процесс испарения воды растениями, в основном через устьица (устьичная транспирация) и в меньшей степени через кутикулу (кутикулярная транспирация). Интенсивность транспирации зависит от географического положения, сезона, погоды, времени суток, породного состава, условий произрастания, ветра, возраста древостоя и относительной влажности воздуха.
2. Фотосинтез: для этого ключевого процесса требуется лишь незначительная часть поглощенной воды (от 0,002 % до 0,5 %), однако его активные этапы возможны только при достаточно высоком уровне устьичной транспирации.
3. Рост и развитие: Вода непосредственно участвует в процессах роста, наращивания органической массы, цветения и плодоношения. Она ослабляет конкурентную борьбу, обеспечивает всхожесть семян и способствует лесовосстановлению.
4. Перенос питательных веществ: вода, проходя через полог древостоя и другие ярусы, смывает пыль и обогащается азотом и минеральными элементами, привнося их в почву.
5. Другие функции: вода выступает в качестве растворителя, транспортирует питательные вещества, обеспечивает осмотическое давление и тургор, участвует в окислительных процессах при дыхании, регулирует температуру растений. [2].

Для изучения влияния лесных массивов на уровень влажности воздуха было проведено полевое исследование на территории лесопарка «Лесоводов России». Измерение уровня влажности воздуха проводилось в различных ландшафтных условиях: на открытой местности, на границе лесного массива и непосредственно в лесу [3].

Измерения проводились с помощью многофункционального измерителя параметров окружающей среды MASTECH MS6300. Замеры влажности осуществлялись на высоте 2 м от поверхности земли ранней осенью. Высота участков исследования не учитывалась. Исследование проводилось вдоль трансектальной линии, пересекающей различные зоны лесопарка. На этой линии были отмечены точки (места фиксации уровня влажности) с шагом 20 м. Расстояния на трансекте отсчитывались с севера на юг, начиная с открытого пространства и далее вглубь лесонасаждения. Насаждения были представлены смешанным древостоем с преобладанием хвойных пород, относительная полнота – 0,8, возраст – спелые, присутствует подлесок.

Исследования проводились в 14–16 ч дня. В ходе работы были зафиксированы показатели влажности (%) в нескольких сериях замеров, проведенных в разные дни и при различных погодных условиях. Первому дню исследований предшествовал умеренный дождь, погода была пасмурная; во второй день замеров также стояла пасмурная погода, но дождя накануне не было; в третий день исследования была солнечная безоблачная погода. Результаты измерений представлены на рисунке.



Влажность воздуха в разных точках трансекты

Величина влажности воздуха различается по дням измерений от 47 до 69 %. В безоблачную погоду показатель ниже. Изменения влажности воздуха на трансекте имеет волнообразный характер. Следует отметить, что перегибы всех трех линий имеют сходный характер по всей трансекте. Минимальное значение в точке «пограничная линия» между лесным насаждением и лугом (открытым местом), а максимальные значения фиксируются в точках, предшествующих границе леса и в глубине насаждения (крайние точки измерения на трансекте). Разница между минимальным и максимальным показателем на одной линии достигает 9 % – в первый день измерения,

10 % – во второй и 7 % – в третий безоблачный день. В целом, можно отметить, что величина влажности на открытом пространстве и в насаждении в момент измерения отличаются на 2–3 %. Влажность воздуха по мере продвижения вглубь насаждения плавно увеличивается.

На повышение уровня влажности воздуха в лесном насаждении воздействуют следующие факторы:

1) задержка осадков: вода задерживается на листьях и стволах деревьев, что замедляет ее попадание в почву;

2) роль лесной подстилки: лесная подстилка действует как губка, впитывая влагу, замедляя ее поверхностный сток и постепенно отдавая ее в атмосферу;

3) транспирация: в процессе обмена веществ деревья постоянно испаряют влагу с поверхности листьев (или хвои);

4) замедление ветра: под пологие леса скорость ветра значительно снижается, что замедляет процесс переноса влаги в воздух на открытых пространствах. Это способствует формированию влажного микроклимата;

5) разница в температуре воздуха: днем воздух под пологом леса нагревается меньше, чем на открытом пространстве, так как солнечные лучи рассеиваются и отражаются, а нагрев от земли менее интенсивен [1].

Эти факторы в совокупности создают в лесной среде особый режим влажности воздуха. Проведенные исследования зафиксировали уровень влажности воздуха на открытой местности, на границе леса и в лесном массиве. Минимальные значения обнаружены у кромки леса. Самые высокие показатели влажности воздуха, как правило, наблюдались в лесном массиве, несколько меньшими величинами влажности на 2–3 % отличаются открытые пространства.

Список источников

1. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 294 с.

2. Мурзаева М. К. Особенности микроклимата на лесосеках различных способов рубок // Леса Урала и хозяйство в них / Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Уральская лесная опытная станция. Свердловск. 1978. Вып. 11. С. 73–77.

3. Тихонов А. С., Ковязин В. Ф. Лесоводство. СПб. : Лань, 2017. 480 с.

Научная статья
УДК 630.561.1,630.561.3,630.231.4

ДИНАМИКА РОСТА БЕРЕЗЫ НА ВЕТРОВАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ

Ксения Алексеевна Карпота[1], Галина Викторовна Анчугова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kseniakarpota@gmail.com
[2] anchugovagv@m.usfeu.ru

Аннотация. На основе 18-летнего мониторинга выявлены закономерности роста семенной и порослевой березы на ветровале. Установлено, что функция Корсуня адекватно описывает динамику высоты. К 13 годам семенная береза превосходит порослевую на 17,7 %, что определяет выбор стратегии лесовосстановления.

Ключевые слова: береза повислая, онтогенез, ветровал

Для цитирования: Карпота К. А., Анчугова Г. В. Динамика роста березы на ветровальной площади // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 137−141.

Original article

BIRCH GROWTH DYNAMICS IN A WINDFALLEN AREA

Ksenia A. Karpota[1], Galina V. Anchugova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kseniakarpota@gmail.com
[2] anchugovagv@m.usfeu.ru

Abstract. Based on 18-year monitoring, growth patterns of seed and coppice birch trees on windfalls were identified. The Korsun function adequately describes height dynamics. By year 13, seed birch exceeds coppice by 17.7 %, defining reforestation strategy choice.

Keywords: silver birch, ontogenesis, windfall

For citation: Karpota K. A., Anchugova G. V. (2026) Dinamika rosta berezy` na vetroval`noj ploshhadi [Birch growth dynamics in a windfallen area].

© Карпота К. А., Анчугова Г. В., 2026

Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 137–141. (In Russ).

Как показывают исследования, для лесного хозяйства Среднего Урала ветровалы представляют серьезную проблему, приводя к катастрофическим повреждениям лесных насаждений [1]. Изучение процессов лесовозобновления на таких нарушенных территориях приобретает особую актуальность, поскольку масштабные ветровальные нарушения становятся все более частым явлением в регионе [2].

Эффективное лесовосстановление на нарушенных территориях, к которым относятся ветровальные площади, является одной из приоритетных задач лесного хозяйства Российской Федерации [3]. Изучение роста древесных пород на ранних стадиях онтогенеза имеет ключевое значение для понимания и управления этими процессами. Береза повислая как пионерная порода часто первой заселяет такие участки. Динамика ее роста, особенно в зависимости от происхождения (семенное или порослевое), в значительной степени определяет состав и структуру формирующегося молодняка. А также на площадях, пройденных ветровалом, создаются специфические условия для роста подроста [4], что оказывает существенное влияние на дальнейшее формирование древостоя. Существующие таблицы хода роста, как правило, не охватывают возрастной период до 10–20 лет, оставляя без внимания критически важный период формирования будущего насаждения.

Целью нашей работы являлось изучение и сравнительный анализ возрастной динамики высоты подроста березы семенного и порослевого происхождения в условиях ветровальной площади.

Исследования проводились на стационаре «Шайтанка» (Новолялинское лесничество), заложенном после ветровала 1995 г. Использованы данные 18-летнего мониторинга (1996–2013 гг.) с 51 круговой учетной площадки радиусом 4 м. Возраст растений определялся графически по годовым измерениям высот. Для анализа возрастной динамики высоты был проанализирован ряд функций роста (Митчерлиха, Бакмана, Корсуня и др.). Математико-статистическая обработка выполнялась в пакетах STATISTICA 10.0 и Microsoft Excel. Адекватность моделей оценивалась по коэффициенту детерминации R^2 (таблица).

Анализ показал, что для описания роста как семенной, так и порослевой березы наилучшей является функция Корсуня (R^2 = 0,876 и 0,825 соответственно). Табулирование уравнений выявило существенные различия в стратегиях роста (рисунок).

Как видно на рисунке, порослевая береза демонстрирует интенсивный рост в первые годы, достигая максимального абсолютного годового прироста (28,4 см) в четыре года, и значительно опережает березу семенного

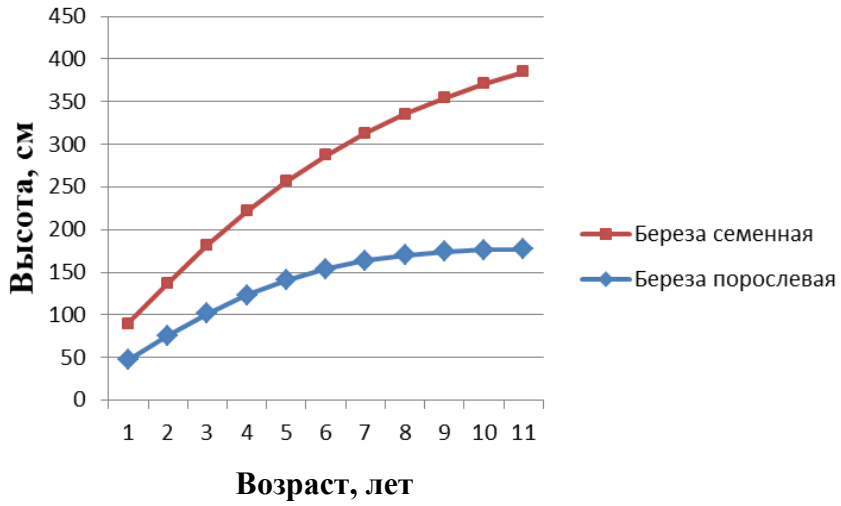
происхождения до 10-летнего возраста. Однако после пяти лет ее рост резко замедляется, и к 11 годам приросты по высоте практически стабилизируются. К 13 годам высота порослевой березы достигает 176,9 см. Напротив, семенная береза развивается более равномерно. Ее годовой прирост достигает пика (18,2 см) позднее – в пять лет. Затем снижается, но остается существенно выше, чем у порослевой формы в старшем возрасте (13,7 см/год против 0,5 см/год в 13 лет). В результате к 13 годам семенная береза превосходит порослевую форму на 31,4 см, или на 17,7 %.

Уравнения зависимости высоты (H) растений березы семенного и порослевого происхождения от их возраста (A).

Название функции (автор, источник)	Вид происхождения	Параметры уравнения	Коэффициент детерминации
Прямолинейная	Семенное	$H = 16{,}093\ A$	0,866
	Порослевое	$H = 19{,}189\ A$	0,794
Степенная	Семенное	$H = 10{,}909225 A^{1{,}19208}$	0,91
	Порослевое	$H = 8{,}062\ A^{1{,}487}$	0,884
Логарифмическая	Семенное	$H = 64{,}257 \ln(A) - 12{,}239$	0,762
	Порослевое	$H = 72{,}337 \ln A - 13{,}265$	0,751
Экспоненциальная	Семенное	$H = 14{,}094\ e^{0{,}2821A}$	0,792
	Порослевое	$H = 9{,}4148 e^{0{,}4059A}$	0,769
Корсуня 2	Семенное	$H = 7{,}873229\ A^{(1{,}715821 - 0{,}393895 \lg A)}$	0,876
	Порослевое	$H = 3{,}039686\ A^{[3{,}182962 - 1{,}43516 \lg A]}$	0,825
Митчерлиха	Семенное	$H = 211\ (1\text{-}e^{-0{,}212784\ A})^{2{,}215455}$	0,872
	Порослевое	$H = 194\ (1\text{-}e^{-0{,}326572\ A})^{2{,}997522}$	0,826
Леваковича	Семенное	$H = 123902{,}3 / ((1 + 1430777 / A)\ 0{,}005382$	0,86
	Порослевое	$H=181680{,}5/((1+1478538/A)\ 0{,}006404)$	0,794
Бакмана	Семенное	$\ln H = 2{,}379835 + 1{,}221386 \ln A - 0{,}012936 \ln^2 A$	0,911
	Порослевое	$\ln H = 2{,}00117189 + 1{,}750013 \ln A - 0{,}126659 \ln^2 A$	0,886
Моисеева	Семенное	$H = -8{,}10987 + 17{,}94506A - 4{,}68102 \lg A$	0,874
	Порослевое	$H = -15{,}846 + 19{,}90394A + 0{,}29924 \lg A$	0,811

Выявленная стратегия роста порослевой березы, которая характеризуется быстрым начальным ростом, хорошо известна и находит свое объяснение в физиологических особенностях данного типа возобновления.

Преимущество обусловлено использованием развитой корневой системы материнского растения, что позволяет быстро использовать ресурсы для роста побега. Однако этот «рывок» исчерпывает запас веществ в корневой системе, что и приводит к последующему резкому замедлению роста.



Возрастная динамика высоты подроста березы, см

Береза семенного происхождения, несмотря на более медленный старт, изначально формирует стержневую корневую систему. Она более адаптивная к почвенно-гидрологическим условиям и обеспечивает лучшую якорность и долговечность древесной породы.

Таким образом, полученные нами количественные данные и построенные модели не только констатируют различия, но и позволяют конкретизировать общебиологические закономерности для условий Уральского региона, определяя критический возраст (10–11 лет), после которого семенная береза демонстрирует абсолютное превосходство.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Наиболее адекватной моделью для описания роста березы по высоте на начальных этапах онтогенеза является функция Корсуня, что подтверждается высокими значениями коэффициента детерминации ($R^2 > 0{,}82$).

Происхождение подроста определяет стратегию роста: порослевая береза характеризуется быстрым начальным ростом с последующей стабилизацией, семенная – устойчивым долговременным развитием.

Для краткосрочной реабилитации нарушенных территорий эффективна порослевая форма березы, для формирования устойчивых высокопродуктивных насаждений целесообразно ориентироваться на семенное возобновление. Полученные результаты следует учитывать при планировании лесовосстановительных мероприятий в соответствии с требованиями Лесного кодекса РФ [3].

Список источников

1. Алесенков Ю. М. Ветровалы, их эколого-лесоводственное значение и задачи исследований // Последствия катастрофического ветровала для лесных экосистем. Екатеринбург : Уральское отделение РАН, 2000. С. 7–12.

2. Мочалов С. А., Лессиг Р., Хоффман К. Особенности лесовозобновления после ветровала на Среднем Урале. Томск : УГЛТУ ; WSL, 2005. С. 184–186.

3. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru (дата обращения: 16.03.2025).

4. Скворцова Е. Б. Постветровальная динамика лесных фитоценозов // Лесоведение. 2010. № 3. С. 18–27.

Научная статья
УДК 634.721

АНАЛИЗ ГАБИТУСА ВЗРОСЛЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОРТООБРАЗЦОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ НА ПРИГОДНОСТЬ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ УРОЖАЯ

Алексей Сергеевич Клинов[1], Кристина Павловна Новоселова[2], Елена Михайловна Чеботок[3], Артем Игоревич Чермных[4]
[1, 2, 4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[3] Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия
[1] alexklinov2002@gmail.com
[2] krisvspcv@mail.ru
[3] sadovodnauka@mail.ru
[4] chermnyhai@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучены параметры габитуса кустов смородины черной двадцати девяти сортообразцов, проведен анализ на пригодность к механизированной уборке урожая. Выделено девять сортообразцов удовлетворяющих всем требованиям модельного сорта.

Ключевые слова: смородина черная, сортообразец, механизированная уборка, габитус

Благодарности: Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (тема № FNUW-2026-0012).

Для цитирования: Анализ габитуса взрослых насаждений сортообразцов смородины черной на пригодность для механизированной уборки урожая / А. С. Клинов, К. П. Новоселова, Е. М. Чеботок, А. И. Чермных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 142–146.

© Клинов А. С., Новоселова К. П., Чеботок Е. М., Чермных А. И., 2026

Original article

ANALYSIS OF THE HABIT OF MATURE BLACKCURRANT PLANTATIONS FOR SUITABILITY FOR MECHANIZED HARVEST

Alexey S. Klinov[1], Kristina P. Novoselova[2], Elena M. Chebotok[3], Artyom I. Chermnykh[4]
[1, 2, 4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
[1] alexklinov2002@gmail.com
[2] krisvspcv@mail.ru
[3] sadovodnauka@mail.ru
[4] chermnyhai@m.usfeu.ru

Abstract. The habit parameters of twenty-nine blackcurrant variety samples were researched, and their suitability for mechanized harvest was analyzed. Nine variety samples were identified that met all the requirements of the model variety.

Keywords: blackcurrant, variety sample, mechanical reaping, habit

Acknowledgement: The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre (theme No. FNUW-2026-0012).

For citation: Analiz gabitusa vzrosly`x nasazhdenij sortoobrazczov smorodiny` chernoj na prigodnost` dlya mexanizirovannoj uborki urozhaya [Analysis of the habit of mature blackcurrant plantations for suitability for mechanized harvest] (2026) A. S. Klinov, K. P. Novoselova, E. M. Chebotok, A. I. Chermnykh. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 142–146. (In Russ).

Смородина черная – одна из наиболее распространенных ягодных культур, возделываемых в России. Она ценится за высокую урожайность, устойчивость к болезням и вредителям, относительную простоту выращивания, за хорошие товарные свойства и богатый состав биологически активных веществ [1, 2].

По данным Минсельхоза России, обеспеченность страны продуктами плодово-ягодных садов на 2017 г. была на уровне 20 %. Нормой потребления плодов и ягод на одного человека является 100 кг, следовательно, производиться должно около 14,7 млн т плодов и ягод ежегодно в промышленных насаждениях [3].

Смородина черная в целом хорошо подходит для механизированной уборки урожая. Важным фактором успешной закладки ягодного сада является слаженная работа на всех этапах: от выведения новых сортов и их оценки на пригодность к механизированной уборке до выбора оптимальных схем посадок, агротехнических приемов по уходу за насаждениями и сбору урожая [4].

Исследование проводилось на Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН (г. Екатеринбург) в условиях Средне-Уральского таежного лесного района. Объектами исследования послужили 29 отборных форм смородины черной.

В 2024 г. в опытной посадке 2019 г. были проведены биометрические учеты и измерения показателей, характеризующих пригодность сортообразцов к механизированной уборке урожая: высота и ширина куста, диаметр основания куста, количество основных веток, количество полеглых веток, величина угла между крайними ветвями и поверхностью почвы, диаметр ветвей у основания. Оценка проводится в насаждениях 5 – летнего возраста, согласно методике [5].

Собранные в ходе работы данные позволяют сделать выводы о пригодности изученных сортообразцов к механизированной уборке урожая по семи показателям. Данные представлены в таблице.

Характеристика сортообразцов смородины черной на пригодность к механизированной уборке урожая в опыте посадки 2019 г., 2024 г.

Сорто-образец	Высота куста, см	Ширина куста, см	Диаметр основания куста, см	Кол-во основных веток, шт.	Кол-во полеглых веток, шт.	Угол отхождения ветвей, град.	Диаметр ветвей, мм
Модель сорта	110–180	110–150	20–30	до 20	менее 5 %	20–60	8–20
1-1-1-14-18	95	120	20	10	0	45	8–15
1-1-4-14-18	80	76	12	4	0	70	10–20
1-1-6-14-18	120	175	20	12	2	40–45	8–20
1-1-7-14-18	100	100	20	12	0	70	10–16
1-1-9-14-18	100	130	18	7	0	50	12–17
1-1-13-14-18	87	90	16	12	1	60	9–16
1-2-2-14-18	125	150	20	12	0	45	9–20
1-2-6-14-18	130	150	20	20	1	45	9–17
2-1-1-14-18	50	–	–	–	–	–	–
2-2-1-14-18	115	115	20	18	0	70	8–18
2-2-2-14-18	95	120	20	11	0	45–60	13–20

Окончание таблицы

Сорто-образец	Высота куста, см	Ширина куста, см	Диаметр основания куста, см	Кол-во основных веток, шт.	Кол-во полеглых веток, шт.	Угол отхождения ветвей, град.	Диаметр ветвей, мм
2-3-1-14-18	95	120	15	8	0	60	9–18
2-4-1-14-18	120	150	25	13	1	45	8–20
3-1-1-14-18	106	76	12	6	0	80	8–15
3-1-2-14-18	110	140	20	10	0	50–60	10–15
3-1-3-14-18	100	120	20	11	0	60	10–14
3-1-4-14-18	50	–	–	–	–	–	–
3-1-5-14-18	70	65	12	5	0	60	8–12
3-1-6-14-18	125	150	20	9	0	45	8–18
3-1-7-14-18	120	150	20	9	0	45–60	12–19
3-1-8-14-18	100	115	20	13	2	30	8–12
3-1-9-14-18	80	60	14	5	0	70	8–13
3-2-1-14-18	115	135	20	14	1	45	9–20
4-1-1-14-18(э)	120	150	20	13	0	45–60	8–20
4-1-2-14-18	120	200	20	10	5	15–30	10–21
4-1-3-14-18	105	135	20	18	1	45	10–17
4-2-1-14-18	115	150	20	13	0	45	10–14
5-1-1-14-18	100	120	20	10	0	60	9–20
5-1-2-14-18	110	140	20	10	0	40–60	10–18

В шапке таблицы задана модель сорта, подходящего для механизированной уборки. Сортообразец должен отвечать каждому параметру из списка без исключений. Так, по данным таблицы видно, что всем показателям удовлетворяют следующие сортообразцы:

1. 1-2-2-14-18,
2. 1-2-6-14-18,
3. 3-1-2-14-18,
4. 3-1-6-14-18,
5. 3-1-7-14-18,
6. 3-2-1-14-18,
7. 4-1-1-14-18(э),
8. 4-2-1-14-18,
9. 5-1-2-14-18.

Из сортообразцов, отвечающих требованиям модельного сорта, только один имеет полеглые ветви до 5 %, у остальных они отсутствуют. Это хорошо сказывается на доле выработки ягоды в момент сбора урожая –меньшее количество урожая остается несобранным и недосягаемым для комбайна. Высота таких кустов находится в пределах от 110 до 130 см.

Список источников

1. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, О. В. Кондратьева [и др.]. М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. 88 с.

2. Исследование укореняемости сортов и отборных форм смородины черной / А. С. Клинов, К. П. Новоселова, А. И. Чермных, Е. М. Чеботок // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции, Екатеринбург, 07–17 апреля 2025 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 200–205.

3. Нефедов В. В., Павлюшин В. А. Оценка сортов черной смородины для механизированного сбора ягод // АгроЭкоИнженерия. 2025. № 1 (122). С. 35–50.

4. Канарский А. А., Макарычев С. В. К вопросу о совершенствовании технологии механизированной уборки урожая ягодных культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9 (179). С. 72–77.

5. Якименко О. Ф., Новопокровский В. С. Оценка и подбор сортов черной смородины для машинной уборки урожая. Мичуринск, 1988. 18 с.

Научная статья
УДК 632.51

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АЭРОФОТОСЪЕМОЧНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ЛЕСНОГО ФОНДА

Василий Федорович Ковязин[1], Николай Алексеевич Суранов[2]
[1] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия
[2] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1] vfkedr@mail.ru
[2] nik.suranov.00@mail.ru

Аннотация. В публикации обосновывается выбор беспилотного воздушного судна (БВС) «Геоскан 201» для мониторинга борщевика Сосновского в Ленинградской области. Показаны его преимущества для съемки обширных сельскохозяйственных и лесных земель, высокая производительность и детализация аэрофотоснимков.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, аэрофотосъемка, беспилотное воздушное судно

Для цитирования: Ковязин В. Ф., Суранов Н. А. Обоснование выбора аэрофотосъемочного комплекса для мониторинга инвазии борщевика Сосновского на землях сельскохозяйственного назначения и лесного фонда // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 147−152.

© Ковязин В. Ф., Суранов Н. А., 2026

Original article

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF AN AERIAL PHOTOGRAPHY COMPLEX FOR MONITORING SOSNOVSKY'S HOGWEED ON AGRICULTURAL AND FOREST LANDS

Vasily F. Kovyazin[1], Nikolai A. Suranov[2]
[1] Saint-Petersburg Mining University named after Empress Catherine II, Saint-Petersburg, Russia
[2] Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirova, Saint-Petersburg, Russia
[1] vfkedr@mail.ru
[2] nik.suranov.00@mail.ru

Abstract. The publication substantiates the choice of the Geoscan 201 unmanned aerial vehicle for monitoring Sosnovsky's hogweed in the Leningrad Region. Its advantages for photographing vast agricultural and forest lands, high productivity and detailing of aerial photographs are shown.

Keywords: Sosnovsky's hogweed, aerial photography, unmanned aerial vehicle

For citation: Kovyazin V. F., Suranov N. A. (2026) Obosnovanie vy`bora ae`rofotos``emochnogo kompleksa dlya monitoringa borshhevika Sosnovskogo na zemlyax sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya i lesnogo fonda [Justification of the choice of an aerial photography complex for monitoring Sosnovsky's hogweed on agricultural and forest lands]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 147–152. (In Russ).

Для проведения мониторинга за распространением инвазивных видов растений важно подобрать наиболее эффективный метод. В современных условиях таковыми могут стать применение аэрофотосъемки (АФС) и дистанционное зондирование Земли из космоса. Но спутниковые снимки не всегда имеют необходимую детализацию изображений, поэтому для получения достоверных результатов часто применяется аэрофотосъемка.

Во многих странах использование беспилотных авиационных судов (БВС) уже стало неотъемлемой частью сельского и лесного хозяйства [1]. Так и для целей мониторинга и картографирования инвазивных видов растительности применение таких методов наиболее целесообразно. В данной статье в качестве инвазивного вида рассматривается борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi*), который активно захватывает обширные территории земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда в Северо-Западном федеральном округе РФ. Применение БВС является основным

инструментом сбора данных на обширных площадях и труднодоступных территориях. Однако эффективность мониторинга напрямую зависит от применяемого аэрофотосъемочного комплекса, многое зависит от технических характеристик БВС. Обоснованный выбор аэрофотосъемочного комплекса является неотъемлемым и актуальным элементом методики проведения таких исследований.

Цель данной публикации – представить обоснование выбора аэрофотосъемочного комплекса «Геоскан 201» для проведения исследований по оценке распространения борщевика Сосновского в Ленинградской области.

При использовании аэрофотосъемки можно выделить АФС с применением беспилотных судов и пилотируемую авиацию. Однако в наше время пилотируемая авиация практически не используется, так как она является экономически неэффективной, особенно в контексте мониторинга, который подразумевает большое число полетов, а применение БВС более оперативно. Легче получить необходимые разрешения на полеты, при этом качественно полученных данных не уступает, а даже превышает сведения, которые могли быть получены с пилотируемого судна.

Таким образом, можно сказать, что применение БВС целесообразнее и выгоднее. Выделяют следующие типы БВС по принципу работы и конструкции [2]:

- самолетного типа (fixed-wing) – такие суда летают дольше и на большие расстояния. Подъемная сила у них создается аэродинамическим путем с помощью воздушного потока, направленного на неподвижное крыло;
- вертолетного типа (rotary-wing) – подъемная сила создается за счет несущих винтов;
- мультироторный тип – суда вертолетного типа, использующие большое количество винтов (квадрокоптер, гексакоптер).

Наиболее широкое применение в научных и прикладных исследованиях нашли мультироторные системы и БВС самолетного типа, что обусловлено их сбалансированными характеристиками.

В Российской Федерации наиболее крупным и популярным производителем беспилотных судов для проведения АФС является компания «Геоскан» [3, 4]. Самыми востребованными беспилотными судами являются «Геоскан 201» и «Геоскан 401». Первый является представителем судов самолетного типа, второй – мультироторный. Также среди популярных БВС часто выделяют международную компанию DJI [5]. Она производит преимущественно коптеры. Для сравнения можно взять одну из наиболее успешных моделей – «DJI Mavic 3 Enterprise». В таблице представлен сравнительный анализ перечисленных выше БВС.

Сравнение тактико-технических характеристик БВС
для задач мониторинга борщевика Сосновского

Параметр/модель	Геоскан 201	Геоскан 401	DJI Mavic 3 Enterprise
Тип БВС	Самолетного типа	Мультиротор	Мультиротор
Продолжительность полета, ч	До 3	До 1	До 45 мин
Площадь съемки за полет, км^2	15–42	1,5–5	1,3–4,5
Максимальная протяженность полета, км	До 210	До 30	До 32
Максимальная высота полета, м	4000	500	6000
Преимущества	Высокая эффективность на больших площадях. Оптимальное время полета для сельхоз- и лесных угодий. Российское производство	Достижение наилучшего разрешения снимков. Возможность установки мультиспектральной камеры. Российское производство	Простота управления. Компактность. Высокая детальность снимков. Маневренность
Недостатки	Большая зависимость от погодных условий. Разрешение изображений чуть хуже, по сравнению с другими	Малое время полета. Малая площадь покрытия за 1 полет	Малое время полета. Малая площадь покрытия за 1 полет

В таблице представлена сравнительная характеристика наиболее используемых БВС. Однако следует добавить, что также существует «Геоскан 701». Это наиболее крупное судно самолетного типа, способное летать до 10 ч подряд, покрывая большую площадь с высокой точностью. Однако его стоимость в несколько раз превышает стоимость приведенных в таблице моделей БВС. Он является экономически нецелесообразным, поэтому не был добавлен в таблицу изначально. Его применение возможно для выполнения крупных государственных или коммерческих проектов.

Для Ленинградской области характерен относительно спокойный рельеф, состоящий преимущественно из низменных равнин с иногда встречающимися холмистыми грядами. При этом около 56 % от всей территории Ленинградской области относится к категории земель лесного фонда и чуть больше 20 % к категории земель сельскохозяйственного назначения [6]. С учетом этой специфики региона БВС «Геоскан 201» является оптимальным выбором. Его главное преимущество – сбалансированная производительность: способность покрывать большую площадь с высоким

разрешением (около 5 см/пикс), достаточным для идентификации борщевика Сосновского. «Геоскан 401» может подойти для съемки меньших участков, а «DJI Mavic 3 Enterprise» лучше подойдет для детализации определенных сельскохозяйственных полей или лесных участков. «Геоскан 201» приведен на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Внешний вид БВС «Геоскан 201». Вид сверху [3]



Рис. 2. Внешний вид БВС «Геоскан 201». Вид снизу [3]

«Геоскан 201» отлично подходит для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда. Ключевыми для распространения борщевика являются заброшенные поля, опушки леса, квартальные просеки и сплошные вырубки. «Геоскан 201» позволяет эффективно обследовать эти объекты. А для съемки над лесом высота полета может быть увеличена [7], что позволяет безопасно обходить древесный полог, а большое время полета компенсирует увеличенную площадь съемки.

Проведенный анализ демонстрирует, что «Геоскан 201» представляет собой наиболее эффективный инструмент для решения поставленных задач по идентификации ареалов обитания борщевика Сосновского в Ленинградской области. Он сочетает достаточную детализацию данных, высокую производительность для съемки крупных территорий и оперативность,

критически важную для работы в условиях изменчивой погоды Ленинградской области. Данные, полученные с его помощью, могут стать основой для последующего детального изучения распространения борщевика Сосновского в условиях Северо-Западного федерального округа России.

Список источников

1. Слива Я. В. Мониторинг сельскохозяйственных земель с помощью БПЛА Геоскан 201 // Вектор научной мысли. 2024. № 12 (17). С. 206–207.

2. Калинин Г. Б. Классификация типов беспилотных воздушных судов в нормативно-правовом регулировании Российской Федерации // Вестник науки. 2024. № 11 (80). С. 1235–1241.

3. Геоскан : Геоскан 201 Геодезия [Электронный ресурс]. URL: https://www.geoscan.ru/ru/products/geoscan201/geo (дата обращения: 18.11.2025).

4. Геоскан : Геоскан 401 Геодезия [Электронный ресурс]. URL: https://www.geoscan.ru/ru/products/geoscan401/geo (дата обращения: 18.11.2025).

5. DJI: Квадрокоптер DJI Mavic 3 Enterprise [Электронный ресурс]. URL: https://dji-rus.ru/promyshlennye-drony/mavic-3-enterprise/dji-mavic-3-enterprise (дата обращения: 20.11.2025).

6. Состояние окружающей среды Ленинградской области в 2022 году. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург : Папирус, 2023. 320 с.

7. Петров А. А., Вагизов М. Р. Государственная инвентаризация лесов при помощи беспилотных летательных аппаратов ГЕОСКАН // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве : материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых. СПб. : Полиграф-Экспресс, 2019. С. 169–173.

Научная статья
УДК 574.36:630*533

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРИРОСТА ФИТОМАССЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ЭКОТОНЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ ЗА ПЯТИЛЕТНИЙ ПЕРИОД (2018–2023 ГГ.)

Екатерина Антоновна Костоусова[1], Егор Богданович Коритняк[2], Дмитрий Дмитриевич Стратонов[3], Егор Михайлович Агапитов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kostousova-katya@mail.ru
[2] koritnyak@bk.ru
[3] stratonovdd@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована динамика ЭВГДР на Полярном Урале в 2018–2023 гг. Выявлено увеличение сомкнутости крон лиственницы сибирской, прирост фитомассы на 2–76 % и сокращение доли многоствольных форм с 49 до 42,8 %.

Ключевые слова: изменение фитомассы, верхняя граница леса, Полярный Урал, *Larix Sibirica* Ledeb

Благодарности: работа выполнена за счет средств гранта РНФ № 24-24-00235.

Для цитирования: Количественная оценка прироста фитомассы лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале за пятилетний период (2018–2023 гг.) / Е. А. Костоусова, Е. Б. Коритняк, Д. Д. Стратонов, Е. М. Агапитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 153−156.

© Костоусова Е. А., Коритняк Е. Б., Стратонов Д. Д., Агапитов Е. М., 2026

Original article

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE GROWTH OF THE SIBERIAN LARCH IN THE ECOTON OF THE UPPER BOUNDARY OF WOODY VEGETATION IN THE POLAR URALS OVER A FIVE-YEAR PERIOD (2018–2023)

Ekaterina A. Kostousova[1], Egor B. Koritnyak[2], Dmitry D. Stratonov[3], Egor M. Agapitov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[1] kostousova-katya@mail.ru
[2] koritnyak@bk.ru
[3] stratonovdd@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Abstract. The dynamics of EVGDR in the Polar Urals in 2018–2023 were studied. An increase in the crown density of Siberian larch, an increase in phytomass by 2–76 %, and a decrease in the proportion of multi-stemmed forms from 49 % to 42,8 % were revealed.

Keywords: change in phytomass, upper forest boundary, Polar Urals, *Larix Sibirica* Ledeb

Acknowledgments: the work was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project No. 24-24-00235).

For citation: Kolichestvennaya ocenka prirosta fitomassy listvennicy sibirskoj v ehkotone verkhnej granicy drevesnoj rastitel'nosti na Polyarnom Urale za pyatiletnij period (s 2018 po 2023 gody) [Quantitative assessment of the growth of the siberian larch in the ecoton of the upper boundary of woody vegetation in the Polar Urals over a five-year period (from 2018 to 2023)] (2026) E. A. Kostousova, E. B. Koritnyak, D. D. Stratonov, E. M. Agapitov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 153–156. (In Russ).

В течение последних семи столетий (с конца XIII по XXI вв.) в экотоне верхней границы древесной растительности (ЭВГДР) на Полярном Урале наблюдались значительные колебания площади и пространственного положения лиственничных фитоценозов [1, 2]. Эта динамика детерминирована крупномасштабными климатическими изменениями в голоцене, в частности, переходом от средневекового климатического оптимума к малому ледниковому периоду (МЛП), продолжавшемуся с конца XIII до конца XIX вв.

Для количественной оценки современных изменений в лесотундровых сообществах юго-восточного макросклона горного массива Рай-Из

(Полярный Урал) были заложены три высотные трансекты в градиенте верхней границы древесной растительности. Каждая из трех трансект состоит из трех круговых пробных площадей (КПП) радиусом 11 м, в пределах которой проводился сплошной перечет и измерение биометрических показателей экземпляров лиственницы сибирской на всех стадиях онтогенеза (от всходов до генеративных деревьев) [3, 4]. Классификацию фитоценохор осуществляли на основе горизонтальной сомкнутости крон: ST – «тундра с единичными деревьями» (0–9 %), LF – «редины» (10–25 %), OF – «редколесья» (26–60 %), CF – «сомкнутые леса» (61–100 %).

Сравнительный анализ структуры популяции лиственницы сибирской в 2018 и 2023 гг. выявил тенденцию увеличения сомкнутости их крон. Если в 2018 г. распределение количества пробных площадей по типам фитоценохор было следующим: ST – 5, LF – 2, OF – 2, то к 2023 г. оно изменилось на 3, 4 и 2 соответственно. Уменьшение доли тундровых участков с единичными деревьями (ST) и увеличение площади редин (LF) свидетельствует об увеличении плотности древостоя и начале экспансии лиственницы в ранее безлесные высокогорные тундровые биотопы.

Для оценки продукционных процессов был определен запас надземной фитомассы древостоев с использованием модели нелинейной регрессии и формул расчета фитомассы, где входным параметром выступал диаметр ствола у корневой шейки [5]. Расчеты показали, что абсолютный прирост фитомассы лиственницы на пробных площадях за пятилетний период составил от 2 до 76 %, относительно показателей 2018 г. Наибольшие абсолютные приросты наземной фитомассы показали пробные площади, которые были отнесены к типу редколесья (OF), наименьшие – в тундре с единичными деревьями (ST).

Важным индикатором изменения условий является также морфологическая структура древостоя. В суровых условиях малого ледникового периода и начальных фаз потепления адаптивной стратегией лиственницы сибирской было формирование многоствольных и стланиковых форм, обеспечивающих ее выживание под защитой снежного покрова, а также повышающих ее устойчивость к ветровалу. Установлено, что вклад многоствольных особей в общую фитомассу сократился с 49 % в 2018 до 42,8 % в 2023 гг. Это снижение демонстрирует сдвиг в стратегии адаптации популяции в сторону доминирования одноствольных форм.

Таким образом, комплекс полученных данных свидетельствует о смене типов фитоценозов в сторону формирования более сомкнутых древостоев, увеличению прироста фитомассы в интервале 2–76 % и изменения соотношения жизненных форм лиственницы с многоствольной на одноствольную – указывают на активизацию динамических процессов в экотоне верхней границы древесной растительности и смещение границы распространения древесной растительности в высокогорные тундровые биотопы.

Список источников

1. Шиятов С. Г., Мазепа В. С. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала // Экология. 2015. № 6. С. 403–410. DOI: 10.7868/S0367059715060165

2. Fomin V. V., Shiyatov S. G., Mikhailovich A. P. Trees in the Upper Treeline Ecotone in the Polar Urals : Centuries-Old Change and Spatial Patterns // Mountain Research and Development. 2020. Vol. 40, No. 2. P. R32-R40. DOI: 10.1659/MRD-JOURNAL-D-20-00002.1

3. Reconstruction of the Expansion of Siberian Larch into the Mountain Tundra in the Polar Urals in the 20th-Early 21st Centuries / V. Fomin, A. Mikhailovich, D. Golikov, E. Agapitov // Forests. 2022. Vol. 13, No. 3. DOI: 10.3390/f13030419

4. Методика распознавания лиственницы сибирской на верхнем пределе ее произрастания на Полярном Урале с использованием снимков беспилотного летательного аппарата / Е. М. Агапитов, В. Е. Рогачев, А. П. Михайлович, В. В. Фомин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции, Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. С. 7–11.

5. Carbon Storage by Siberian Larch in the Upper Treeline Ecotone in the Polar Urals / A. P. Mikhailovich, V. V. Fomin, D. Yu. Golikov [et al.] // Russian Journal of Ecology. 2025. Vol. 56, No. 3. P. 200–207. DOI: 10.1134/S1067413624603695

Научная статья
УДК 630.232(575.2)

ИСКУССТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ АЧИНСКОГО ЛЕСХОЗА РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН

Нурсултан Бакытбекович Кубатбеков
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
n.kubatbekov92@gmail.kom

Аннотация. В статье отмечается, что наиболее перспективными в районе исследования являются лесные культуры ореха грецкого (*Juglans regia* L.). Реализация предлагаемых мероприятий позволит увеличить площадь земель, покрытых лесной растительностью, и будет способствовать увеличению объемов депонируемого насаждениями углерода из атмосферного воздуха.

Ключевые слова: лесовосстановление, лесные культуры, орех грецкий (*J. regia* L.)

Для цитирования: Кубатбеков Н. Б. Искусственное лесовосстановление на территории Ачинского лесхоза Республики Кыргызстан // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 157−161.

Original article

ARTIFICIAL REFORESTATION ON THE TERRITORY OF THE ACHINSK FORESTRY ENTERPRISE OF THE REPUBLIC OF KYRGYZSTAN

Nursultan B. Kubatbekov
Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
n.kubatbekov92@gmail.kom

Abstact. It is noted that the most promising in the research region are walnut forest crops (Juglans regia L.). The implementation of the proposed measures will increase the area of land covered with forest vegetation and will contribute to an increase in the amount of carbon deposition from atmospheric air by the plantations.

© Кубатбеков Н. Б., 2026

Keywords: reforestation, forest crops, walnut (*J. regia* L.)
For citation: Kubatbekov N. B. (2026) Iskusstvennoe lesovosstanovlenie na territorii Achinskogo lesxoza Respubliki Ky`rgy`zstan [Artificial reforestation on the territory of the Achinsk Forestry Enterprise of the Republic of Kyrgyzstan]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 157–161. (In Russ).

Общеизвестно, что существует три способа лесовосстановления: естественный, комбинированный и искусственный. В таежной зоне естественный способ лесовосстановления является наиболее предпочтительным, поскольку он позволяет минимизировать затраты на лесовосстановление, обеспечивая при этом формирование молодых насаждений из семян местных климатипов. Особо следует отметить, что в таежной зоне при заготовке древесины можно подобрать такую систему рубок, при которой искусственное лесовосстановление просто не потребуется.

В южных районах и в горах естественное лесовосстановление в приемлемые сроки маловероятно и здесь предпочтительнее искусственное лесовосстановление [1, 2]. Последнее позволяет ускорить перевод земель в покрытые лесом и создать насаждения целевого породного состава. При этом ряд ученых отмечает, что на определенных этапах лесовыращивания искусственные насаждения превосходят естественные по производительности [4], а следовательно, они более эффективно осуществляют фотосинтез и способны депонировать в органах выращиваемых деревьев большее количество углерода, изымаемого из атмосферного воздуха. Другими словами, искусственные насаждения сдерживают изменение климата в сторону аридизации.

Ориентируясь на искусственное лесовосстановление, следует учитывать, что эффективность последнего во многом зависит от технологии создания лесных культур, вида и качества посадочного материала, а также древесной породы, выбранной в качестве основной при посеве или посадке.

Цель работы – анализ лесокультурного фонда Ачинского лесхоза Республики Кыргызстан и разработка предложений по обработке почвы и созданию лесных культур.

В основу исследований легли материалы анализа лесоустроительных баз данных Ачинского лесхоза [3], а также результаты исследований автора и других исследователей по лесовосстановлению насаждений в сходных лесорастительных условиях.

Объектом исследований служил лесной фонд Ачинского лесхоза. Указанный лесхоз расположен в северо-восточной части Джамал-Абадской области Республики Кыргызстан в высотном интервале от 900 до 2200 м над уровнем моря.

Климат района расположения лесхоза характеризуется значительным разнообразием, что обусловлено сложностью горного рельефа и спецификой циркуляции воздушных масс. В зависимости от высоты местности на территории лесхоза выделены три вертикальных ландшафтно-географических пояса: степных редколесий, эфемероидных степей и лугов (от 900 до 1100 м, местами до 1300 м над уровнем моря), лесной пояс или пояс горной лесостепи (от 1100–1300 до 2000–2200 м н. у. м.) и субальпийский пояс (от 2000 до 2500 м н. у. м.).

Климат района расположения лесхоза характеризуется значительным разнообразием, что обусловлено сложностью горного рельефа и спецификой циркуляции воздушных масс. При этом высокие горные хребты, защищающие район исследований с севера, запада и востока от вторжения масс холодного воздуха способствуют формированию орехово-яблоневых лесов, благоприятных климатических условий.

При общей площади лесхоза 13756,9 га покрытая лесной растительностью площадь составляет 7026,9 га (51,1 %), при этом на долю не покрытых лесной растительностью земель, входящих в лесокультурный фонд, приходится 775,6 га (5,6 % от общей площади лесхоза) (табл. 1).

Таблица 1

Распределение лесокультурного фонда Ачинского лесхоза
по категориям земель и целевым древесным породам, га

Категория земель	Общая площадь	Целевая порода при создании лесных культур						
		орех грецкий	тополь	вяз	фисташки	миндаль	яблоня	алыча
Редина	170,2	27,5	0	0	0	5,5	107,2	30,0
Прогалина	334,7	223,0	0	24,6	0	52,4	34,7	0
Сенокос	68,4	66,4	2,0	0	0	0	0	0
Пастбище	202,3	109,1	0	0	20,0	26,5	0	46,7
Итого	775,6	426,0	2,0	24,6	20,0	84,4	141,9	76,7

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что в отличие от таежной зоны, где в лесокультурном фонде доминируют вырубки и гари, в Ачинском лесхозе 43,2 % лесокультурного фонда приходится на прогалины, 26,1 % на пастбища и 21,9 % на редины. Специфика лесокультурных площадей и лесорастительных условий позволяет отнести к наиболее ценным видам орех грецкий, на долю которого приходится 54,9 % всех планируемых лесных культур.

Горный рельеф местности обусловил различные подходы к созданию лесных культур. Нами предпринята попытка распределения лесокультурного фонда по способам обработки почвы и создания лесных культур (табл. 2).

Таблица 2

Распределение лесокультурного фонда по способам обработки почвы и создания лесных культур, га

Категория земель	Общая площадь	Способ обработки почвы			Способ создания лесных культур	
		Площадковый	Ямочный	Бороздный	Посев ручной	Посадка ручная
Редина	170,2	63,0	107,2	0	5,5	164,7
Прога-лина	334,7	319,5	34,7	15,2	52,4	282,3
Сенокос	68,4	66,4	0	2,0	0	68,4
Пастбище	202,3	200,8	0	1,5	46,5	155,8
Итого	775,6	615,0	141,9	18,7	104,4	671,2

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что с учетом рельефа местности и мощности почв 79,3 % подготовки почвы приходится на площадковый способ. При этом доля почв под лесные культуры, подготовляемых бороздным способом, не превышает 2,4 %. Для повышения эффективности лесокультурного производства основным способом создания лесных культур является посадка – 86,5 %. В то же время не исключается и посев, особенно в прогалинах, где конкуренция со стороны живого напочвенного покрова минимальна.

Подготовка почвы под лесные культуры ореха грецкого производится площадковым способом. Размер площадок 5 × 6 м. Высаживаются вручную 3-летние сеянцы из расчета 2000 шт./га.

При создании лесных культур яблони доминирует ямочный способ обработки почвы. При этом высаживаются вручную 2-летние сеянцы в количестве 400 шт./га.

Создание лесных культур тополя производится по схеме 1 × 3 м при количестве саженцев 3,3 тыс. шт./га.

Посадка 1–2-летних сеянцев вяза и алычи производится из расчета 2,0 тыс. шт./га. При этом посадку производят на подготовленных площадках размером 1 × 2 м при размещении указанных площадок по схеме 5 × 5 м.

Лесные культуры миндаля проектируется создавать посевом на площадках размером 1 × 1 м. Количество площадок 800 шт./га при схеме их размещения 3 × 4 м. На каждой площадке высаживается по 9 косточек из расчета три лунки на площадке с количеством 3 косточки в каждой лунке. Общая масса семян при этом составляет 44 кг/га.

Лесные культуры фисташки также создаются посевом вручную под кетмень. Почва готовится площадками 1 × 2 м с размещением площадок 5 × 5 м. На 1 га создается 480 кг площадок, на каждой из которых высаживается по 3 семени в 5 лунок. Расход семян 15 шт. на площадку или не менее 6,0 тыс. шт./га.

В результате исследований можно сделать следующие выводы.

1. Ачинский лесхоз Республики Кыргызстан характеризуется специфическими природно-климатическими условиями, что обусловливает специфику подготовки почвы под лесные культуры.

2. На лесокультурный фонд приходится 5,6 % от общей площади лесхоза.

3. В составе лесокультурного фонда доминируют прогалины – 43,2 % и пастбища – 26,1 %.

4. Лесные культуры создаются из 7 основных древесных видов. Однако в практике лесокультурного производства доминирует посадка сеянцев ореха грецкого.

5. Основной способ подготовки почвы – площадковый, а в создании лесных культур – ручная посадка.

6. Каждый вид высаживаемых растений, при создании лесных культур, характеризуется индивидуальной схемой посадки и густотой.

Список источников

1. Фрейберг И. А., Залесов С. В., Толкач О. В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 121 с.

2. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С. В. Залесов, О. В. Толкач, И. А. Фрейберг, Н. Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21, № 9. С. 42–47.

3. Чынгожоев Н. М., Залесов С. В. Эффективность искусственного лесовосстановления в Иссык-Кульском лесхозе Республики Кыргызстан // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3 (83). С. 79–87. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_3_79-87

Научная статья
УДК 630*44

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ КУДЫМКАРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Дмитрий Игоревич Кудымов[1], Оксана Валериевна Сычугова[2], Наталья Леонидовна Радостева[3]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[3] Кудымкарский лесотехнический техникум, Кудымкар, Россия
[1] kudimosh2002@mail.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru
[3] bravokudimkar@mail.ru

Антонация. В статье приводятся данные лесопатологического состояния Кудымкаркого лесничества.

Ключевые слова: шкала категории состояния деревьев хвойных пород, лесопатологическое состояние, лесопатологический мониторинг.

Для цитирования: Кудымов Д. И., Сычугова О. В., Радостева Н. Л. Исследование лесопатологического состояния лесов Кудымкарского лесничества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 162−166.

Original article

INVESTIGATION OF THE FOREST PATHOLOGICAL CONDITION OF THE KUDYMKAR FORESTRY

Dmitry I. Kudymov[1], Oksana V. Sychugova[2], Natalya L. Radosteva[3]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Kudymkar Forestry Technical College, Kudymkar, Russia
[1] kudimosh2002@mail.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru
[3] bravokudimkar@mail.ru

Abstract. The article provides data on the forest pathology condition of the Kudymkar forestry.

Keywords: Coniferous tree condition category scale, forest pathological condition, forest pathology monitoring

© Кудымов Д. И., Сычугова О. В., Радостева Н. Л., 2026

For citation: Kudymov D. I., Sychugova O. V., Radosteva N. L. (2026) Issledovanie lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Kudy`mkarskogo lesnichestva [Investigation of the forest pathological condition of the Kudymkar forestry]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 162–166. (In Russ).

Выявление негативного влияния различных организмов на жизнь леса – одна из важнейших обязанностей лесных специалистов. В настоящее время все чаще встречаются случаи гибели массивов леса от вредителей и болезней, это связанно с нарушением санитарных и профилактических правил ведения лесного хозяйства. Для определения санитарного состояния леса ежегодно проводят лесопатологический мониторинг.

В нашей работе были изучены материалы ГКУ «Управление лесничествами Пермского края», «Кудымкарского лесничества», основные таксационные характеристики исследуемых насаждений, а также был проведен лесопатологический мониторинг, который включает лесопатологическое обследование.

Кудымкарское лесничество расположено в северо-западной части Пермского края на территории Кудымкарского муниципального района. По типу лесорастительных условий в лесном фонде лесничества преобладают еловые группы типов леса. Они занимают более 95 % всей территории.

Наиболее распространенные из них – ельники зеленомошниково – кисличные и ельники липняково – травяные, а также ельник долгомошно черничный. Из сосновых групп типов леса имеются сосняки зеленомошниково-кисличные и сосняки осоково-сфагновые.

Оценка лесопатологического состояния насаждения – это его качественная характеристика по комплексу признаков, в том числе по поврежденности насаждений вредителями, болезнями или другими неблагоприятными факторами, уровню их численности и особенностями распространения [1, 2]. Целью определения лесопатологического состояния насаждений является выявление очагов массового размножения вредных организмов. Выявления очагов массового размножения производится визуальными методами по типичным признакам наличия вредителей, болезней [3], частичному или полному объеданию деревьев, другим характерным признакам неблагополучного состояния лесных насаждений.

К признакам поврежденности деревьев относятся: увядание, усыхание, объедание хвои и листвы, почек; повреждение побегов, ветвей, ствола, корней, всего дерева; наличие на листьях, ветвях вздутия, разрастаний; оплетение хвои (листвы) паутиной, суховершинность, отмирание коры, раковые язвы и раны, плодовые тела, гнили и т. п.

Для оценки лесопатологического состояния использована Шкала категории состояния деревьев хвойных пород, по ней деревья делят по следующим группам [4]:

– без признаков ослабления (1-я категория);

– ослабленные с укороченным приростом, поблекшей и укороченной хвоей или другими признаками ослабления (2-я категория);

– суховершинные (3-я категория);

– усыхающие – прироста нет или почти нет, хвоя осыпается (4-я категория);

– усохшие в текущем году (5-я категория);

– усохшие в прошлые годы (5-я категория).

Для закладки пробных площадей по материалам лесничества заранее прорабатывался маршрут исследования. Были заложены 6 площадей размером 250 × 10 м. Для каждого дерева была определена категория санитарного состояния. По пробным площадям рассчитаны средние значения санитарного состояния.

Места для закладки пробных площадей и маршрут для обследования были выбраны по рекомендациям лесничества. На всех пробных площадях имело место усыхание древостоев. На каждой пробной площадке было произведено исследование перечислительным методом и визуальные осмотры древостоя.

Таксационная характеристика исследуемых насаждений и среднее значение категории санитарного состояния деревьев пробных площадей приведены в таблице.

Пять из шести ПП имеют в составе только хвойные породы (ель, сосна), ПП 5 имеет в составе березу (8Б2Е). Четыре пробных площади – это молодняки первого класса возраста, две средневозрастные (третий класс возраста). Все насаждения высокопродуктивные (1-й и 2-й класс бонитета).

В таблице указано количество деревьев на пробных площадях: 200–212 в среднепродуктивных насаждениях; 1565–1620 деревьев в молодняках.

В ходе исследований зафиксированы по каждой площади санитарное состояние и наличие вредителей и болезней. Санитарное состояние характеризуется следующими средними категориями деревьев. На пяти ПП величины колеблются в интервале 2,11–2,93 и при условии «лечения» категории санитарного состояния древостоев могут улучшиться. Одна площадь (ПП 6) имеет достаточно низкую санитарную оценку – 4,12, здесь достаточно тяжелая лесопатологическая обстановка. Все насаждения имеют механические повреждения, трещины, двухвершинность деревьев, усыхающие экземпляры.

В ходе работы были обнаружены следующие вредители: европейский еловый короед lps tupographus (ПП 4), шестизубовый короед Ips sexdentatus (ПП 4), ведьмина метла Viscum album (ПП 2), елово – пихтовый хермес Adelges pectinatae (ПП 2), ржавчина ели Chrysomyxa arctostostaphyli

Dietel (ПП 3), трутовик лакированный Ganoderma lucidum и тарметес горбатый Trametes gibbosa (ПП 5), обыкновенное шютте Lophodermium seditiosum (ПП 6).

Таксационная характеристика, виды повреждений и средние значения категории санитарного состояния деревьев на пробных площадях

Номер пробной площади	1	2	3	4	5	6
Состав древостоя	6С4Е	8Е2П	7С3Е	7С4Е	8Б3Е	6С4Е
Средний возраст, лет	60	15	18	50	20	20
Высота насаждения, м	25	1,5	1,7	23	1,8	1,3
Бонитет	II	II	I	II	II	II
Количество деревьев на площади	200	1589	1565	212	1601	1620
Средние значения категории санитарного состояния деревьев	2,11	2,67	2,55	2,26	2,93	4,12
Обнаруженные вредители и болезни	Механические повреждения деревьев вследствие пожара	Ведьмина метла (viscum album), елово – пихтовый хермес (adelges pectinatae)	Усыхание и двухвершинность деревьев, ржавчина ели (chrysomyxa arctostostaphyli dietel), ржавчинные грибы	Европейский еловый короед (lps typographus) и шестизубовый короед (ips sexdentatus)	Трутовик лакированный (ganoderma lucidum) и тарметес горбатый (trametes gibbosa)	Обыкновенное шютте lophodermium seditiosum

Кроме того, во время рекогносцировочного обследования древостоев лесничества вне ПП были замечены другие вредители: большой черный еловый усач (Monochamus urussovi), большой еловый лубоед (Dendroctonus micans) и сибирский шелкопряд (Dendrolimus superans sibiricus).

В результате исследований установленно следующие. В Кудымкарском лесничестве встречаются насаждения со значительными механическими и лесопатологическими повреждениями. Выявлены основные насекомые – вредители и болезни. Для исследуемых насаждений были установлены средние категории состояния деревьев.

Мониторинг и лесопатологическое обследование насаждений являются необходимым условием для выращивания здоровых насаждений. Обнаружение болезней и вредителей позволяет своевременно назначать мероприятия по оздоровлению насаждений и предотвращать их гибель.

Список источников

1. Кузнецов Л. Е., Залесов С. В. Биологический метод борьбы с сибирским шелкопрядом на территории Тюменской области // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 138–148. DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.015

2. Ананьина А. В., Воробьева М. В. Фитосанитарная оценка древесных насаждений учебно-опытного дендрария УУОЛ УГЛТУ // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург: УГЛТУ, 2024. С. 11–18.

3. Ильинский Л. И. Определитель вредителей леса. М. : Издательство сельскохозяйственной литературы журналов и плакатов, 1962.

4. Постановление правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2047 Правила санитарной безопасности в лесах (действует с 1 января 2021 г. по 1 января 2027 г.) // Гарант : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/75037636/ (дата обращения: 16.03.2026).

Научная статья
УДК 630.43:630.8:630.57

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лев Евгеньевич Кузнецов[1], Сергей Вениаминович Залесов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] lev.kuznecov@mail.ru
[2] zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья анализирует значение лесов, их текущее состояние и способы использования, а также освещает проблемы пожарной безопасности и экологические вызовы устойчивого лесного хозяйства. Кроме того, в ней представлены изменения в системе управления лесами Российской Федерации.

Ключевые слова: лесные пожары, пожароопасный сезон, пройденная огнем площадь, лесной фонд, охрана лесов

Для цитирования: Кузнецов Л. Е., Залесов С. В. Проблемы и пути решения организации лесного комплекса на территории Российской Федерации // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 167−171.

Original article

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF THE ORGANIZATION OF THE FOREST COMPLEX IN THE RUSSIAN FEDERATION TERRITORY

Lev E. Kuznetsov[1], Sergey V. Zalesov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] lev.kuznecov@mail.ru
[2] zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. The article analyzes the importance of forests, their current condition and methods of use, and highlights the issues of fire safety and environmental challenges of sustainable forestry. Additionally, it presents the changes in the forest management system of the Russian Federation.

© Кузнецов Л. Е., Залесов С. В., 2026

Keywords: forest fires, fire season, fire hazard season, area affected by fire, forest fund, forest protection

For citation: Kuznetsov L. E., Zalesov S. V. (2026) Problemy` i puti resheniya organizacii lesnogo kompleksa na territorii Rossijskoj Federacii [Problems and solutions of the organization of the forest complex in the Russian Federation territory]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 167–171. (In Russ).

Леса России – национальное богатство, обеспечивающее экологическую и экономическую безопасность [1]. Устойчивое лесное хозяйство требует сохранения биоразнообразия, рационального использования ресурсов и охраны природы [2]. Экономический аспект предполагает баланс интересов государства, лесопользователей и населения [3].

Главная угроза лесам – пожары, вызванные неосторожностью людей. Высокая плотность населения и развитая дорожная сеть коррелируют с числом возгораний [4]. Недостаток зон отдыха вынуждает граждан отдыхать в лесу «дикарями».

Леса играют важную социальную роль, обеспечивая население необходимыми лесными продуктами, способствуя росту благосостояния и улучшая условия труда в лесной сфере.

На Руси всегда почитали леса и водоемы как природное богатство. Народная мудрость гласила: «Леса и воды – украшение природы. Не рубите деревья без цели, не вредите детям и внукам. Зеленый лес радует сердце». Человек издавна черпал из леса жизненно важные ресурсы: съедобные дары (грибы, ягоды, орехи), дичь (звери, птицы), лекарственные травы, мед. Сегодня с приходом весны и до поздней осени наступает пожароопасный сезон, нередко сопровождающийся ограничением пребывания в лесах для граждан. Такие ограничения на сегодняшний день неэффективны, о чем с приходом весны нам каждый год напоминает запах гари и дыма от лесных пожаров.

Цель исследования работы – провести комплексный анализ климатических факторов, определяющих потенциал лесопроизрастания на территории Российской Федерации, а также оценить показатели лесистости и видового состава лесных экосистем по регионам. На основании открытых источников, актов и отчетов о лесных пожарах, проанализировать ситуацию с лесными пожарами на территории России за период с 2013 по 2023 г. Метод исследования заключается в сравнительном анализе полученных данных о регионах страны, для определения наиболее продуктивных лесных регионов. Объектом исследования являлся лесной фонд Российской Федерации.

Лесные земли России на 01.01.2025 составляют 894 355,9 тыс. га (Рослесхоз). Рост лесных площадей обеспечивается ООПТ, лесовосстановлением и включением сельхозлесов. 67 % лесных земель подходят для хвойных лесов. 78 % территории России – тайга и тундра, где в бореальных условиях сосредоточено 87 % лесопокрытых земель страны.

Сибирские и дальневосточные кедровые леса охватывают 39,5 млн гектаров, содержащих 7,6 млрд кубических метров древесины. Среди твердолиственных пород на Дальнем Востоке преобладает береза каменная, занимающая 48 % площади. Наиболее ценными считаются дуб и бук, чьи массивы составляют 4,3 млн гектаров. В мягколиственных лесах доминируют березняки и осинники.

Лидерами по площади лесного покрова являются Иркутская, Пермская области и Приморский край (рис. 1). Значительные запасы древесины при высокой лесистости характерны для Приморского края и приенисейской части Красноярского края. В других регионах с потенциально продуктивными лесами (Кавказ, Алтай) лесистость снижена из-за антропогенного воздействия. Наименее облесенные территории – юг Европейской России и равнинные тундровые зоны.

Карта преобладающих древесных пород в Российской Федерации представлена на рис. 1.

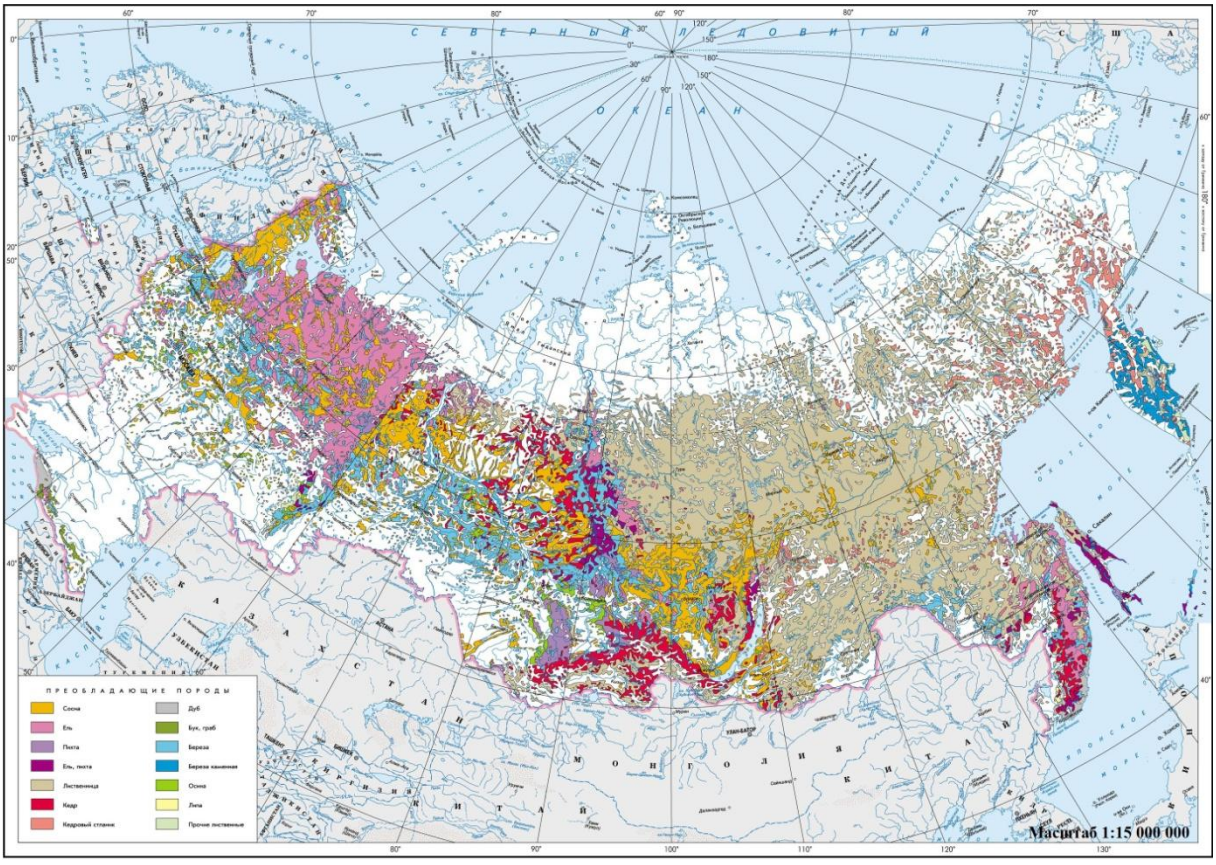


Рис. 1. Преобладающие древесные породы в Российской Федерации

Ежегодно Рослесхоз публикует рейтинг субъектов по эффективности ведения лесного хозяйства. Анализируя рис. 2, стоит отметить, что по итогам 2024 г. в десятку лучших субъектов по ведению лесного хозяйства вошли Челябинская, Владимирская, Нижегородская, Астраханская, Амурская области, Республики Татарстан, Коми и Кабардино-Балкарская, Камчатский край, а также ХМАО-Югра. Деятельность региональных лесных ведомств оценивалась по семи ключевым направлениям: пожарная безопасность лесов, лесной надзор, лесопользование, лесозащита, лесовосстановление, сохранение лесных массивов и финансово-экономическая работа. Оценка регионов Донбасса и Новороссии начинается с 1 января 2026 г.

Рейтинг эффективности регионов по ведению лесного хозяйства за 2024 г. представлен на рис. 2 [5].



Рис. 2. Рейтинг эффективности регионов в ведении лесного хозяйства по итогам 2024 г.

По данным ИСДМ-Рослесхоз, ежегодно на огромных площадях лесного фонда страны происходят лесные пожары. Лесные пожары стали называть главным врагом нашего леса. Анализируя данные, представленные в таблице ниже [5], стоит отметить, что в 2025 г. на 09 июня площадь лесных пожаров составляла 719 317 га, при этом более 93 % всей площади приходилось на Забайкальский край.

Действующие лесные пожары в Российской Федерации на 09 июня с 2013 по 2025 гг. представлены в таблице ниже.

Эффективность борьбы с лесными пожарами напрямую связана с доходностью лесного сектора, который в России крайне неэффективен. Развитие отрасли направлено на экспорт древесины в Азию и на Ближний Восток.

Несмотря на рост производства фанеры и топливных гранул, выпуск большинства лесопродукции (пиломатериалов, целлюлозы, бумаги, ДСП, ДВП) сократился.

Действующие лесные пожары в Российской Федерации на 09 июня

Год	Количество, шт.	Площадь, га	Средняя площадь 1 пожара, га	Субъекты	ЧС
2013	48	5481	114,2	16	5
2014	40	1157	28,9	13	3
2015	26	1029	39,6	9	5
2016	57	9641	169,1	12	4
2017	39	5754	147,5	7	5
2018	36	43712	1214,2	7	4
2019	51	15720	308,2	9	–
2020	19	6513	342,8	9	–
2021	76	34174	449,7	14	4
2022	23	1541	67,0	12	1
2023	111	16617	149,7	18	7
2024	76	102122	1343,7	10	4
2025	63	719317	11417,7	13	5

Для повышения эффективности, экспортного потенциала и укрепления позиций на мировом рынке необходима комплексная модернизация лесного комплекса: внедрение новых технологий, развитие лесного хозяйства и поддержка бизнеса.

Список источников

1. Гиряев М. Д. Лесоуправление в России. М. : ВНИИЛМ, 2003. 240 с.

2. Исаев А. С., Коровин Г. Н. Актуальные проблемы национальной лесной политики. М. : Институт устойчивого развития. Центр экологической политики России, 2009. 108 с.

3. Починков С. В. Проблемы основные современные // Лесная газета. 2013. № 19–20. С. 200–220.

4. Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 54 с.

5. Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) : [сайт]. URL: https://rosleshoz.gov.ru (дата обращения: 20.10.2025).

Научная статья
УДК 630 *181.28

АНАЛИЗ ИНТРОДУКЦИИ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В РОССИИ

Илья Сергеевич Левин[1], Алексей Иванович Сиволапов[2], Сергей Валерьевич Левин[3]
[1, 2] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[3] Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронеж, Россия
[1] levinlg@yandex.ru
[2] aleksey-sivolapov@yandex.ru
[3] leslesovik63@yandex.ru

Аннотация. Выявлено, что псевдотсуга является быстрорастущей породой, реагирующей на изменения климатических условий. Назрела необходимость углубленно изучать ее экологические и биологические возможности в условиях интродукции, разрабатывать методы ускоренного выращивания посадочного материала и активно внедрять в производство.

Ключевые слова: интродукция, псевдотсуга, таксационные показатели
Для цитирования: Левин И. С., Сиволапов А. И., Левин С. В. Анализ интродукции псевдотсуги Мензиса в России // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 172−177.

Original article

ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF DOUGLAS FIR IN RUSSIA

Ilya S. Levin[1], Alexey I. Sivolapov[2], Sergey V. Levin [3]
[1, 2] Voronezh State University Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[3] All-Russian Scientific Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh , Russia
[1] levinlg@yandex.ru
[2] aleksey-sivolapov@yandex.ru
[3] leslesovik63@yandex.ru

Abstract. It has been discovered that Douglas fir is a fast-growing species that responds to changing climate conditions. There is a pressing need to further

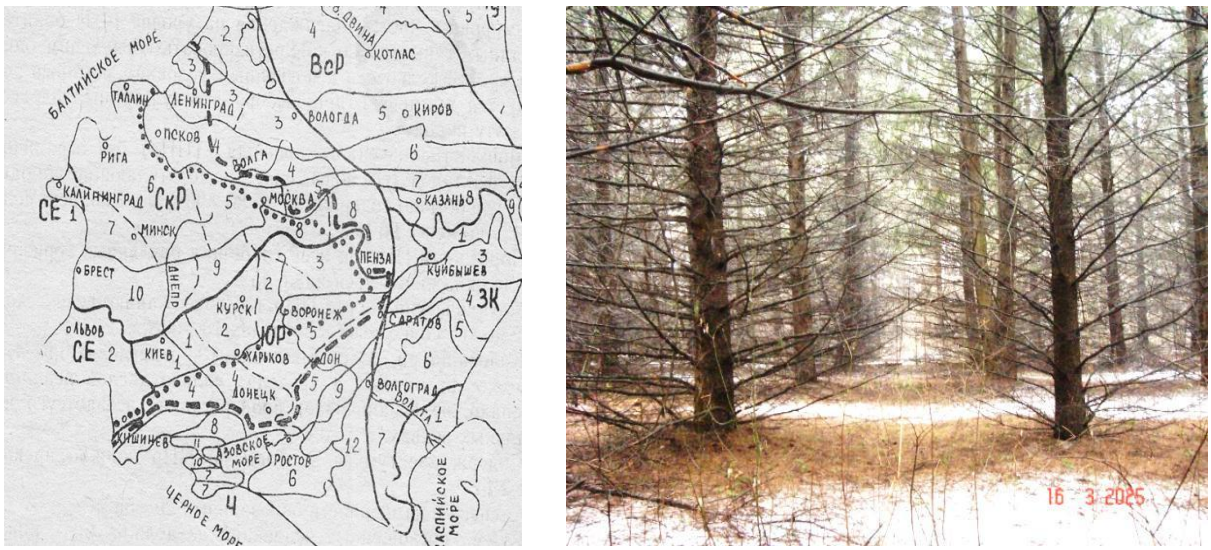
© Левин И. С., Сиволапов А. И., Левин С. В., 2026

research its ecological and biological potential under introduced conditions, develop methods for accelerating the cultivation of planting material, and actively implement them into production.

Keywords: introduction, Douglas fir, taxation indicators

For citation: Levin I. S., Sivolapov A. I., Levin S. V. (2026 Analiz introdukcii psevdotsugi Menzisa v Rossii [Analysis of the introduction of douglas fir in Russia]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 172–177. (In Russ).

Формирование насаждений интродуцированных древесных видов представляет собой перспективное направление для оптимизации продуктивности лесов, улучшения их качественного состава и ландшафтно-эстетических характеристик, а также для усиления гидрологических и противоэрозионных функций. Псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) является примером вида, который благодаря интенсивному росту и ценным древесным свойствам, широко культивируется за пределами своего естественного ареала, демонстрируя высокую продуктивность. С 1840-го года вид активно используется в России в парковых и лесных насаждениях, охватывая лесную, степную и субтропическую зоны. На основе комплексного анализа данных был установлен его оптимальный ареал (рис.1, *а*) [1].

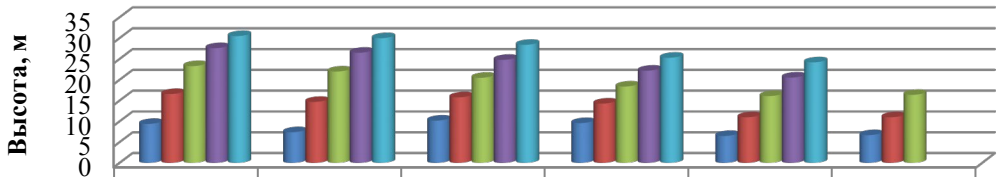


а *б*

Рис. 1. Лесные культуры псевдотсуги:
а – ареалы; *б* – ЛСП в Семилукском КМД Воронежской области

На рис. 1, *а* эта зона обозначена пунктирной линией, где псевдотсуга демонстрирует адаптивность, сопоставимую с устойчивостью местных видов, не утрачивает своих эстетических свойств и представляет значительный интерес для озеленения городов и лесопарковых пространств. Точечной линией на рис. 1, *а* отмечена область с учетом лесорастительного районирования С. Ф. Курнаева, благоприятная для создания лесных культур, где при типах лесорастительных условий $В_{2–3}$, $С_{2–3}$ и $Д_{2–3}$ вид демонстрирует способность к формированию чистых насаждений высокого качества, относящихся к I–Iа классам бонитета. В качестве иллюстрации можно привести лесосеменную плантацию [2], расположенную в Семилукском коллекционно-маточном дендрарии (КМД) Воронежской области (рис. 1, *б*).

Результаты сравнительного анализа хода роста насаждений (рис. 2, 3, 4): при интродукции вида на территории бывшего СССР и отдельно в Карпатах (сведения из таблиц хода роста); его насаждений в естественном ареале (США, Орегон); данных по лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС); по лесообразующим породам: ели и сосны (из всеобщих таблиц), позволяют сформулировать определенные выводы. Рис. 2 демонстрирует, что в естественном ареале вид изначально растет быстрее, чем те же его культуры на территории СССР (кроме Карпат). К 60-летнему возрасту эта разница по высотам деревьев достигает лишь 1,7 %.



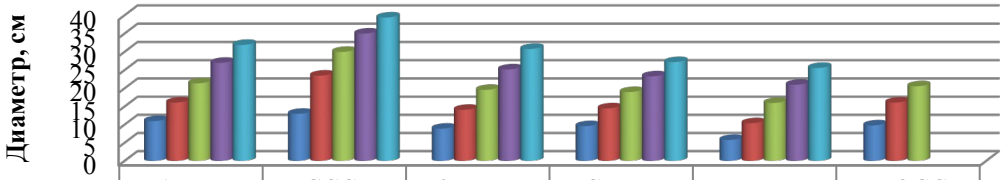
	Ареал (США)	СССР	Карпаты	Сосна	Ель	ЛОСС
20лет	9,4	7,4	10,2	9,6	6,5	6,7
30лет	16,6	14,7	15,8	14,3	11	11
40лет	23,3	22	20,5	18,4	16,1	16,4
50лет	27,6	26,5	24,8	22,2	20,55	
60лет	30,5	30	28,4	25,3	24,2	

Рис. 2. График хода роста вида на объектах по высоте дерева

Кроме того, интродуцированная культура в целом по СССР в среднем на 20,6 % выше сосны и на 26 % – ели, являющихся лесообразующими породами.

Сравнение развития вида по диаметру (рис. 3) выявляет, что к возрасту 60 лет различия в показателях с учетом его произрастания в естественном ареале и за пределами следующие: превышения над насаждениями Карпат на 3,4 %; над насаждениями сосны – на 14,7 % и ели – на 19,7 %. При этом

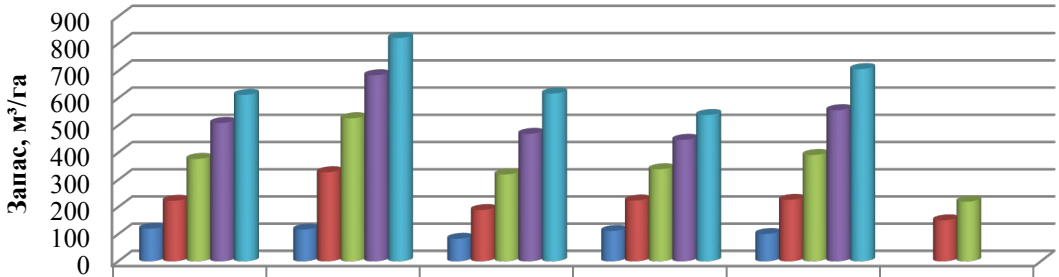
в целом по СССР насаждения псевдотсуги в условиях интродукции имеют более высокие показатели с превышением на 23,5 % по сравнению с естественным ареалом.



	Ареал (США)	СССР	Карпаты	Сосна	Ель	ЛОСС
20 лет	11	13	8,9	9,6	5,8	9,8
30 лет	16,1	23,5	14,1	14,5	10,4	16,1
40 лет	21,4	30	19,6	19	16	20,6
50 лет	27	35	25,2	23,3	21	
60 лет	31,9	39,4	30,8	27,2	25,6	

Рис. 3. График хода роста вида на объектах по диаметру ствола

Анализ данных, представленных на рис. 4, позволяет констатировать, что в условиях интродукции псевдотсуга демонстрирует сопоставимую с местными культурами производительность по запасам стволовой древесины.



	Ареал (США)	СССР	Карпаты	Сосна	Ель	ЛОСС
20лет	120	117	83	112	100,6	
30лет	223	328	189	224	226,4	151
40лет	377	526	320	339	391,4	220
50лет	509	684	469	447	556	
60лет	612	821	617	538	706,6	

Рис. 4. График хода роста вида на объектах по запасу древесины

В сравнении с лесообразующими породами псевдотсуга, по данным хода роста по СССР, к 60-летнему возрасту превосходит еловые насаждения (821 м^3/га против 706,6 м^3/га), демонстрируя существенное превосходство над сосновыми (538 м^3/га). Также объем древесины при интродукции выше,

чем при произрастании вида в условиях естественного ареала. Наивысшая продуктивность культур псевдотсуги на территории бывшего СССР зафиксирована в Калининградской области, с тенденцией к снижению показателей при продвижении в южном направлении по Российской Федерации, где она широко представлена куртинами и аллеями в ботанических садах и в качестве объектов озеленения возрастом от 30 до 120 лет от Ярославской области до Ростовской.

Н. К. Веховым, А. В. Лукиным была подтверждена пригодность данного вида для культивирования и в Центральной лесостепи [3]. Наблюдения за развитием породы на Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС) в Липецкой области позволяют оценить ее рост на ранних этапах. На рис. 5 представлен график, где явная линейная корреляция между высотой дерева, его диаметром и возрастом подтверждена высокой точностью аппроксимационных моделей. При достижении возраста насаждением в 43 года на выщелоченном черноземе в лесорастительных условиях с переменным увлажнением (тип $Д_{2-1}$) и высоким бонитетом (I) средний запас стволовой древесины составил 262 м^3 на гектар при среднем объеме ствола 0,328 м^3.

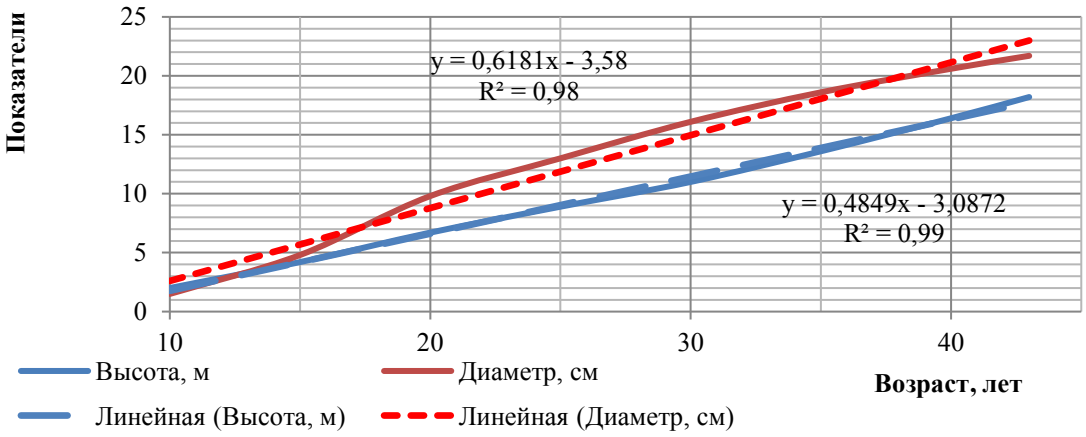


Рис. 5. Соотношение таксационных показателей с возрастом (ЛОСС)

Сравнительный анализ 40-летних деревьев псевдотсуги в ЛОСС с сосной обыкновенной и елью обыкновенной показывает (рис. 2, 3), что по показателям высот псевдотсуга уступает сосне, по диаметру превосходя местные породы.

Исследование показало, что псевдотсуга является быстрорастущей породой, реагирующей на изменения климатических условий. Это делает ее ценным ресурсом для создания высокопродуктивных лесных культур. В будущем необходимо углубленно изучать экологические и биологические возможности псевдотсуги, разрабатывать методы ускоренного выращивания посадочного материала и активно внедрять ее в производство.

Список источников

1. Болотов Н. А. Рекомендации для массового внедрения в лесные культуры европейской части СССР высокопродуктивных и устойчивых хвойных интродуцентов. Воронеж : ЦНИИЛГИС, 1981. 50 с.

2. Левин С. В., Левин И. С. Анализ состояния лесосеменной плантации псевдотсуги Мензиса в условиях Семилукского коллекционно-маточного дендрария Воронежской области // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж : ВГЛТУ, 2025. С. 303–310.

3. Дудецкая Е. М. Интродукция лжетсуги Мензиса в Центральной лесостепи // Лесная интродукция : сб. науч. трудов. Воронеж : ЦНИИЛГиС, 1983. С. 71–79.

Научная статья
УДК 630.6:656.073

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Евгений Михайлович Лоос[1], Василий Федорович Ковязин[2], Даниил Александрович Иванов[3]
[1] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[2, 3] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Россия
[1] bapestaaaa@gmail.com
[2] vfkedr@mail.ru
[3] Aniaivanov377@gmail.com

Аннотация. В работе проведен обзор литературных источников по применению беспилотных воздушных судов (БВС) для инвентаризации лесов, приведены положительные стороны применения БВС для целей получения таксационных показателей древостоев. Приведен пример получения показателей древостоя с лазерного сканера.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно, инвентаризация, таксационные показатели, древостой, дистанционные методы

Для цитирования: Лоос Е. М., Ковязин В. Ф., Иванов Д. А. Применение беспилотных воздушных судов для инвентаризации лесных ресурсов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 178−182.

© Лоос Е. М., Ковязин В. Ф., Иванов Д. А., 2026

Original article

USING UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR FOREST RESOURCE INVENTORY

Evgeny M. Loos[1], Vasily F. Kovyazin[2], Daniil A. Ivanov[3]
[1] Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
[2, 3] St. Petersburg Mining University named after Catherine II, Russia
[1] bapestaaaa@gmail.com
[2] vfkedr@mail.ru
[3] Aniaivanov377@gmail.com

Abstract. The paper provides a review of literature sources on the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for forest inventory, and highlights the positive aspects of using UAVs for the purpose of obtaining forest stand taxation indicators. An example of obtaining forest stand indicators from a laser scanner is given.

Keywords: unmanned aerial vehicles, inventory, taxation indicators, forest stand, remote sensing methods

For citation: Loos E. M., Kovyazin V. F., Ivanov D. A. (2026) Primenenie bespilotny`x vozdushny`x sudov dlya inventarizacii lesny`x resursov [Using unmanned aerial vehicles for forest resourse inventory]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 178−182. (In Russ).

В современных условиях устойчивого лесоуправления и точного кадастрового учета лесных земель все более актуальной становится задача оперативного получения количественных показателей лесных насаждений. Традиционные методы таксации, основанные на наземных обходах и измерениях на пробных площадях, зачастую трудоемки по времени и ресурсам, особенно в районах с труднопроходимой местностью и удаленностью от населенных пунктов. Применение беспилотных воздушных судов (БВС) позволяет существенно увеличить площадь территории, сократить затраты и время съемки, повысить периодичность мониторинга и обеспечить детальную пространственную информацию о таксационных показателях древостоя. Кроме того, для России это особенно важно по следующим причинам.

1. Большие лесные территории и труднодоступные регионы (тайга, болотистая местность, притундровые леса) требуют дистанционных методов инвентаризации, позволяющих охватить значительные площади при ограниченных трудовых ресурсах.

2. Необходимость частого мониторинга лесного фонда после пожаров, самовольных рубок и в результате климатических последствий требует оперативного обновления данных таксации – БВС обеспечивает высокую повторяемость наблюдений.

3. Комбинация фотограмметрии, лазерного сканирования и спектральных данных повышает полноту информации: от геометрии размещения до санитарного состояния деревьев и видовых точек в лесном ландшафте.

4. Экономическая эффективность при масштабировании: на больших участках стоимость съемки с БВС значительно ниже по сравнению с таковой при полноценной наземной таксации.

5. Возможность интеграции полученных данных инвентаризации лесного массива в геоинформационные системы (ГИС) и лесной кадастр для принятия грамотных управленческих решений.

За последние годы опубликовано значительное количество работ, посвященных использованию БВС и лазерных сканеров для инвентаризации лесов разных типов: лиственных, хвойных и смешанных, исследованию точности автоматизированного выделения количества деревьев на единице площади и оценке их биофизических параметров методом глубокого обучения, а также работ по интеграции БВС и наземных обмеров с применением лазерного сканирования. Ниже приведен краткий обзор пяти актуальных исследований.

1. SiDroForest – Siberian drone‑mapped forest inventory, комплексный набор данных по бореальным лесам, включающий помеченные отдельные деревья и облака точек; полезен для разработки моделей автоматической таксации [1].

2. Automated forest inventory with deep learning – высокоплотные облака точек и алгоритмы сегментации и предсказания биофизических параметров деревьев; демонстрирует высокую точность при подходящей калибровке системы лазерного сканирования [2].

3. UAV-LiDAR approaches for volume and tree count estimation в системах интегрированного сельского и лесного хозяйства – примеры применения лазерного сканера на БВС в сельскохозяйственных культурах и на лесных плантациях [3].

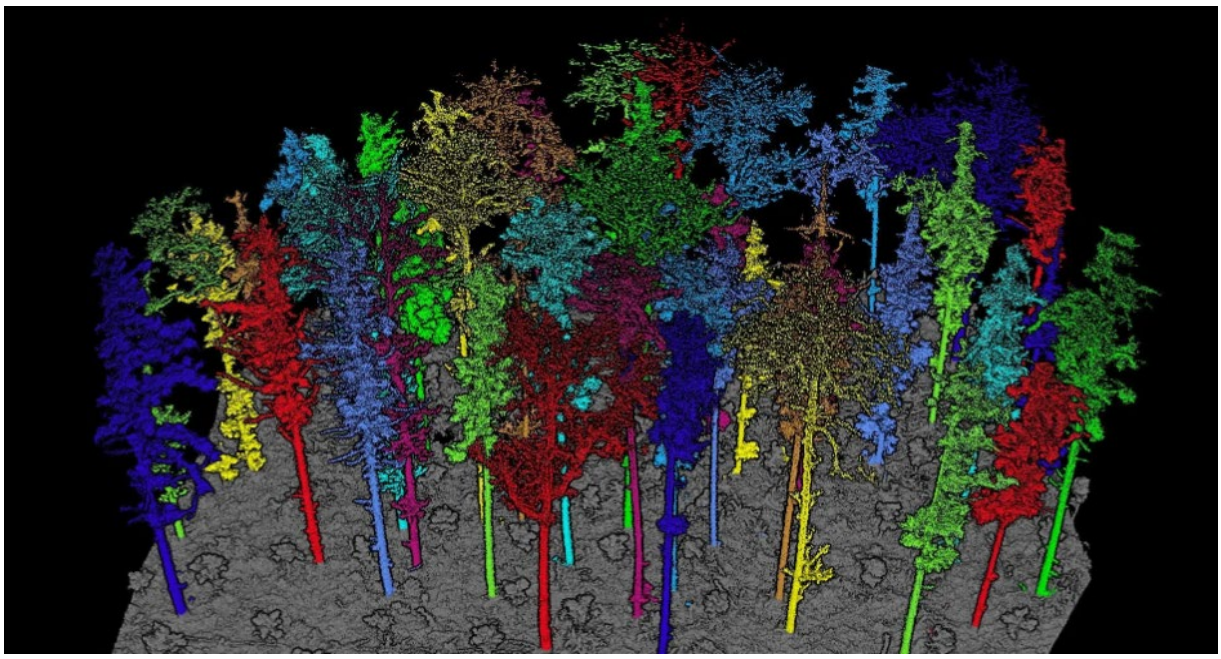
4. In-situ calibration and trajectory enhancement for UAV-LiDAR – методы повышения точности позиционирования облаков точек в пространстве и их геопривязки [4].

5. Примеры обследований в России: оценка сохранности и расчет биомассы древесины с использованием DJI Matrice + L1 (Mukhrino и др.).

При выборе таксационных показателей, пригодных для определения с помощью БВС, ориентировались на три критерия: техническая реализуемость (измеримость на основе беспилотных воздушных судов), практическая ценность для лесоустройства и возможность стандартизации для сопоставимости с наземными данными. Предлагаемый базовый набор

показателей: породный состав насаждения, высота и диаметр деревьев на высоте груди (1,3 м), площадь проекции крон, густота деревьев на одном гектаре, запас насаждения.

Рекомендуется сочетать фотограмметрию и беспилотники с лазерными сканерами на борту для обеспечения полной картины лесного ландшафта: фотограмметрия – для создания ортофотопланов и карт древостоя, результаты лазерного сканирования – для точной реконструкции вертикальной структуры и получения достоверных высот древостоя. Ограничения включают необходимость валидации на наземных пробных площадях, возможное снижение точности в густых и многоярусных насаждениях, а также потребность в вычислительных ресурсах и навыках обработки полученных данных инвентаризации (рисунок).



Объединенное облако точек, иллюстрирующее сегментацию
породного состава деревьев на лесном участке

Примером реализации лазерного сканирования насаждения является плотное облако точек, раскрашенное таким образом, чтобы однозначно отличать одну породу дерева от другой.

Список источников

1. SiDroForest: комплексная лесная инвентаризация бореальных лесов Сибири, включающая данные сканирования облаков точек с применением БВС, индивидуально размеченные деревья, синтетически сгенерированные кроны и размеченные изображения Sentinel-2 / Ф. Ван Геффен, Б. Хайм, Ф. Бригер [и др.] // Earth Syst. Sci. Data. 2022. Т. 14. С. 4967–4994. DOI: 10.5194/essd-14-4967-2022

2. Автоматизированная лесная инвентаризация: анализ высокоплотных облаков точек воздушного лазерного сканирования с использованием 3D-глубинного обучения / Б. Сян, М. Вельгош, Т. Контогианни [и др.] // Remote Sensing of Environment. 2024. Т. 305. С. 114078. DOI: 10.1016/j.rse.2024.114078

3. Высокоплотное лазерное сканирование с применением БВС в интегрированной системе растениеводство – животноводство – лесное хозяйство: выборочная лесная инвентаризация или инвентаризация на основе индивидуального обнаружения деревьев / А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина, А. С. Агафонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2. DOI: 10.3390/drones6020048

4. Калибровка и улучшение траектории БВС и рюкзачных систем лазерного сканирования для лесной инвентаризации высокой точности / Т. Чжоу, Р. Маниш, С. Фей, А. Хабиб [и др.] // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-1/W1-2023. 2023. С. 595–602. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W1-2023-595-2023

Научная статья
УДК 630. 181:631.53

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE* L.

Елена Геннадьевна Мартюшова[1], Павел Александрович Мартюшов[2], Анастасия Николаевна Марковская[3], Сергей Вениаминович Залесов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] markovskaya_nastasya@mail.ru
[4] zalesov@usfeu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния минерального состава питательных сред на рост и развитие растений семейства *Rosaceae* L. на этапе пролиферации. В качестве объектов были взяты растения, относящиеся к родам *Sorbus* L., *Malus* Mill., *Padus* L. В эксперименте использовали питательные среды: Мурасиге и Скуга (MS), Кворина и Лепорье (QL), Woody Plant Medium (WPM), с добавление цитокинана 6-БАП.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, питательная среда, культура *in vitro*

Для цитирования: Влияние минерального состава питательной среды на микроклональное размножение представителей семейства *Rosaceae* L. / Е. Г. Мартюшова, П. А. Мартюшов, А. Н. Марковская, С. В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 183−186.

© Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н., Залесов С. В., 2026

Original article

THE INFLUENCE OF NUTRIENT MEDIUM MINERAL COMPOSITION ON MICROPROPAGATION OF *ROSACEAE* L. SPECIES

Elena G. Martyushova[1], Pavel A. Martyushov[2], Anastasia N. Markovskaya[3], Sergey V. Zalesov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] markovskaya_nastasya@mail.ru
[4] zalesov@usfeu.ru

Abstract. The article presents the results of research on the influence of the mineral composition of nutrient media on the growth and development of plants of the *Rosaceae* species, at the stage of proliferation. Plants belonging to the genera *Sorbus L., Malus Mill., Padus L.* were taken as objects. The following nutrient media were used in the experiment: Murashige and Skuga (MS), Quarina and Leporier (QL), Woody Plant Medium (WPM), with the addition of cytokinan 6-BAP.

Keywords: clonal micropropagation, nutrient medium, *in vitro* culture

***For citation*:** Vliyanie mineral`nogo sostava pitatel`noj sredy` na mikroklonal`noe razmnozhenie predstavitelej semejstva *Rosaceae* L. [The influence of nutrient medium mineral composition on micropropagation of *Rosaceae* L. species] (2026) E. G. Martyushova, P. A. Martyushov, A. N. Markovskaya, S. V. Zalesov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 183–186. (In Russ).

Семейство *Rosaceae* L. насчитывает свыше 120 родов и 2000 видов, растущих большей частью в умеренном климате, но встречающихся во всех частях света. Большая часть видов имеет хозяйственное значение – лекарственное, пищевое, лесоводственное, озеленительное [1].

Объектами исследований были выбраны яблоня гибридная сорт «Эксцеленс Тиль», рябина гранатовая (гибрид рябины и боярышника), ДЮК (гибрид вишни и черешни).

Многочисленные исследования микроклонального размножения растений показывают, что минеральный состав питательных сред, концентрация ауксинов и цитокининов, условия культивирования сильно варьируют в зависимости от видовых и сортовых потребностей растений. Неправильно

подобранный минеральный состав питательной среды может привести к гибели эксплантов и микрорастений [2, 3].

Экспериментальная работа проводилась в учебно-производственной лаборатории «Клонального микроразмножения древесных и кустарниковых растений» УГЛТУ в 2023–2025 гг. Работу проводили по известным методикам [4]. Донорами растительного материала послужили растения, произрастающие на территории УСЛК УГЛТУ. Отбирались однолетние и одревеснившие побеги. Сегменты побегов, содержащие по одному междоузлию с апикальными или пазушными почками, стерилизовали по применяемой в лаборатории схеме стерилизации [5]. Инициировали на питательную среду MS с добавлением цитокинина 6-БАП и ауксина ИМК в разной концентрации. При культивации поддерживали режим 16-часового освещения при температуре 24 ± 26 °С.

При получении достаточного количества материала для исследований апикальные микропобеги длиной 1 см пассировали на среды MS, WPM, QL с добавлением в равной концентрации 6-БАП (2,0 мл/л). В конце пассажа измеряли длину микрорастения, количество листьев, рассчитывали коэффициент размножения. Продолжительность пассажа составляла 30 дней.

Результаты исследований представлены в таблице.

Влияние минерального состава питательной среды
на рост и развитие микрорастений на этапе размножения

Название растений	MS+6-БАП 2,0 мл/л			QL+6-БАП 2,0 мл/л			WPM+6-БАП 2,0 мл/л		
	Длина побегов, мм	Количество листьев, шт.	Коэффициент размножения, эксплант/шт.	Длина побегов, мм	Количество листьев, шт.	Коэффициент размножения, эксплант/шт.	Длина побегов, мм	Количество листьев, шт.	Коэффициент размножения, эксплант/шт.
ДЮК	1,34	6,7	1,2	2,91	8,1	2,3	1,15	6,1	0,89
Рябина гранатовая	2,51	9,0	2,85	2,30	6,35	1,21	2,49	7,11	3,25
Яблоня гибридная	5,23	9,4	5,28	4,40	7,20	4,15	3,35	5,86	1,65

Наши исследования показали, что минеральный состав питательной среды, необходимый для получения максимального количества микроклонов, видоспецифичен. Так, если ДЮК демонстрирует высокий коэффициент размножения на среде QL, то для рябины гибридной это наиболее неподходящая питательная среда, а высокий коэффициент размножения наблюдается у растений рябины, произрастающих на среде WPM. Для яблони гибридной наиболее оптимальным минеральным составом обладает питательная среда MS.

Следовательно, для успешного микроразмножения растений требуется тщательно подбирать минеральный состав питательной среды, учитывая специфические потребности видов. Можно отметить, что рассматриваемые питательные среды MS, QL, WPM отличаются между собой по наличию и концентрации $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$, NH_4NO_3 и ряда других химических элементов.

Список источников

1. Колесников А. И. Декоративная дендрология. М. : Лесн. пром-сть, 1974. 704 с.

2. Муратова С. А., Янковская М. Б., Шорников Д. Г. Генотипические особенности растений при культивировании in vitro // Botanicblog : [сайт]. URL: http://www.botanicblog.ru/public/biotech-2008 (дата обращения: 18.11.2025).

3. Пищева Г. Н., Мочалова О. В. Влияние минерального состава питательной среды на рост и развитие микрорастений флокса метельчатого // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). С. 85–90.

4. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М. : Наука, 1964. 270 с.

5. Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н. Итоги клонального микроразмножения чубушника крупноцветкового *Philadelphus grandiflorus* Willd // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 1–8.

Научная статья
УДК 630.181:631.53

ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO MALUS HYBRIDA*

Елена Геннадьевна Мартюшова[1], Павел Александрович Мартюшов[2], Анастасия Николаевна Марковская[3], Сергей Вениаминович Залесов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] markovskaya_nastasya@mail.ru
[4] zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Вид *Malus hybrida* включает в себя сорта, гибриды и формы яблони Незвецкого [1], растения обладают эффектным цветением, ярким, приятным ароматом, разнообразной окраской цветов, плодов, листьев, необычной формой кроны. Ряд авторов отмечает, что Я. гибридная способна адаптироваться к условиям города [2, 3], и к суровым климатическим условиям Урала. Методы размножения in vitro позволяют сохранить декоративные и адаптационные признаки растений.

Ключевые слова: Mallus hybridys, in vitro, клонирование

Для цитирования: Особенности размножения *in vitro Malus hybrida* / Е. Г. Мартюшова, П. А. Мартюшов, А. Н. Марковская, С. В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 187−192.

Original article

FEATURES OF *IN VITRO* REPRODUCTION OF *MALUS HYBRIDA*

Elena G. Martyushova[1], Pavel A. Martyushov[2], Anastasia N. Markovskaya[3], Sergey V. Zalesov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] markovskaya_nastasya@mail.ru
[4] zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. The species *Malus hybrida* includes varieties, hybrids and forms of Nezvetsky apple [1], the plants have spectacular flowering, a bright, pleasant

© Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н., Залесов С. В., 2026

aroma, a variety of colors of flowers, fruits, leaves, and an unusual crown shape. A number of authors note that M. hybrid is able to adapt to urban conditions [2, 3], and to the harsh climatic conditions of the Urals. In vitro reproduction methods allow preserving the decorative and adaptive characteristics of plants.

Keywords: *Mallus hybrida*, *in vitro*, cloning

For citation: Osobennosty razmnogenia *in vitro Malus hybridus* [Features of *in vitro* reproduction of *Malus hybrida*] (2026) E. G. Martyushova, P. A. Martyushov, A. N. Markovskaya, S.V. Zalesov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 187–192. (In Russ).

В настоящее время род *Malus* Borth. насчитывает около 50 видов, произрастающих в Северном полушарии. Яблоню Недзвецкого (*M. niedzwetzkyana* Dieck) относят к наиболее декоративным растениям, ее отличают шаровидные фиолетовые плоды, крупные ярко-красные цветы, красноватые листья. Гибриды, сорта и формы Я. Недзвецкого, отличающиеся по фенотипическим признакам, объединены в Я. гибридную (*M. hybrida*) [4].

Объектом исследований был выбран представитель Я. гибридной, сорт «Эксцеленс Тиль» (*M. hybridus* «Эксцеленс Тиль») с плакучей формой кроны [5]. Растение в Ботаническом саду УГЛТУ «Уральский сад лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова.» (УСЛК) выращено из черенков, полученых из Каменец-Подольского ботанического сада в конце 60-х – начале 70-х гг. прошлого столетия. Данный сорт размножается путем прививки привоя на высокий штамб (для достижения декоративности штамб должен быть высотой не менее 1,5 м).

Срок выращивания растения достаточно продолжителен, проводится в два этапа:

– первый этап предусматривает выращивание подвоя до нужной высоты;

– второй этап – прививка и доращивание растения до получения декоративного вида.

Время получения саженца при классической агротехнике выращивания для целей реализации или высадки в качестве декоративного элемента сада растянуто и может составлять от 3 до 5 лет.

Работы по микроразмножению *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль» проводились в лаборатории «Клонального микроразмножения древесных и кустарниковых растений» УГЛТУ.

Сбор образцов для клонирования проводили осенью 2024 г. В качестве образцов с маточного растения брали однолетние одревеснevшие вегетативные побеги (рис. 1).



Рис. 1. Маточное растение *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль»

Побеги сегментировали на части до 0,8 см (каждый сегмент имел одно междоузлие). Стерилизацию предварительно отмытых эксплантов проводили в условиях ламинар-бокса 96 %-ным этиловым спиртом, 0,25 %-ным раствором мертиолята, основным детергентом выступил 20 %-ный раствор гипохлорита натрия.

Стерильные экспланты помещались на питательные среды MS [6] с добавлением цитокинина 6-БАП (0,5мл/л) и ауксина ИМК (0,1 мл/л), выдерживались 10 дней в термостате с температурой +24 °С. После этого экспланты культивировались в культуральной при температуре +24 °С, 16-часовом световом дне, с относительной влажностью 60 %. На 7-й, 14-й и 21-й день образцы осматривались на наличие инфекции.

На 28-й день стерильные жизнеспособные экспланты пассировали на питательные среды MS, QL с добавлением цитокининов – 6-БАП и кинетина. Для определения влияния концентрации цитокининов на размножение *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль» концентрацию изменяли с 1,0 мл/л до 1,5 мл/л. Субкультивирование проводили каждые 28 дней, подсчитывалось количество адвентивных микропобегов с одного экспланта. Повторили 4 пассажа (рис. 2, 3).

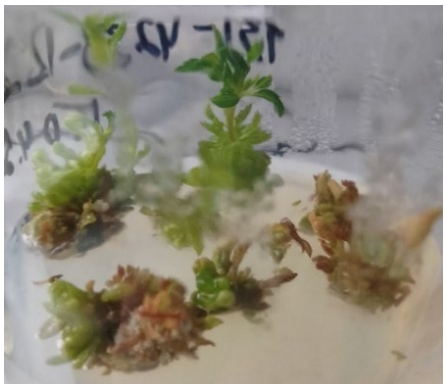


Рис. 2. Конгломерат побегов на среде MS+1,5мл/л 6-БАП



Рис. 3. Конгломерат побегов на среде QL +1,5мл/л кинетин

При концентрации цитокининов 1,0 мл/л, независимо от питательной среды, формировалось небольшое количество дополнительных побегов, длиной от 1 до 2,5 см. На средах MS и QL с повышенной концентрацией цитокининов экспланты формировали плотные конгломераты побегов небольшой длины (таблица).

Количество образовавшихся микропобегов *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль» в зависимости от концентрации цитокининов

Среда + цитокинин (мл/л)	Коэффициент размножения, шт./эксп.	Средняя длина обр. побегов, см
MS+1,0 6-БАП	5,2	1,5
MS+1,5 6-БАП	8,4	0,7
QL+1,0 кинетин	4,8	2,2
QL +1,5 кинетин	6,3	1,3

Такие побеги пассировали на среды без гормонов, в течение 14 дней побеги-регенеранты достигали 5 см и пассировались на среду, содержащую ауксин ИМК (1,0 мл/л) (рис. 4, 5).



Рис. 4. Конгломерат микропобегов *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль»

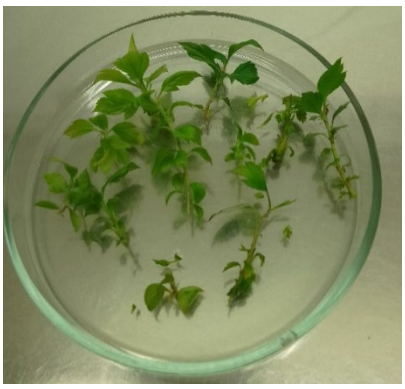


Рис. 5. Микрочеренки *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль»

Корневая система формировалась с 10-го по 18-й день. Микрорастения с корневой системой пересаживали в стерильный почвогрунт. В настоящее время в лаборатории ведутся работы по адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro* (рис. 6, 7).

В ходе эксперимента было установлено:

– наиболее оптимальной питательной средой для получения микропобегов *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль», не требующих дополнительного доращивания, является среда QL+1,0 мл/л кинетина;

– наибольшее количество микропобегов получено с применением питательной среды MS+1,5мл/л 6-БАП, однако из-за небольшой длины они требуют дополнительного доращивания (в течение двух недель).

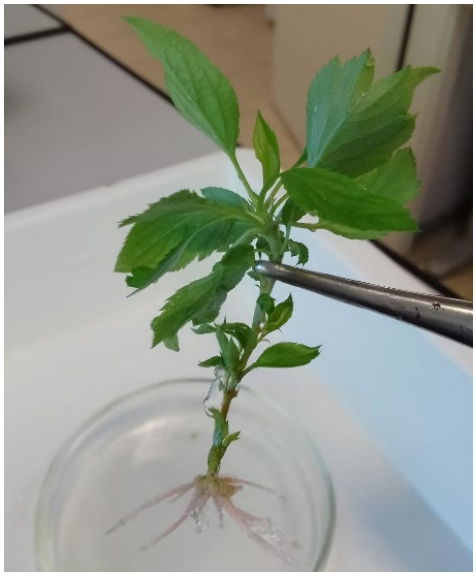


Рис. 6. Микрорастение с корневой системой



Рис. 7. Адаптация микрорастений к условиям *ex vitro*

Современные методы *in vitro* позволяют получать большее количество материала по сравнению с классическими методами размножения (прививка). Клональное микроразмножение совместно с применением специализированных методов формирования штамба корнесобственных саженцев *M. hybridus* «Эксцеленс Тиль», а также агротехники подкормок позволит сократить время получения ликвидных саженцев до 2–3 лет.

Список источников

1. Кожевников А. П., Егоров Р. В. Декоративные формы яблони гибридной (*Malus hybrida*) в озеленительных посадках Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 4 (75). С. 20–28

2. Ларина Н. И., Гончаров А. В. Изучение декоративных видов яблони в ландшафтном дизайне // Вестник ландшафтной архитектуры. 2014. № 4. С. 27–28. EDN UYZNVL

3. Соломатин Н. М., Соломатина Е. А., Иванова Е. В. Селекция яблони на декоративные качества в условиях Центрально-Черноземной зоны // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 21–1 (140). С. 68–72. EDN RZFSLN

4. Артамонов В. Яблоня дикая // Наука и жизнь. 1989. № 9. С. 158–161.

5. Видовой и сортовой состав древесных растений Сада лечебных культур. Часть I / З. А. Ритво, А. Я. Трибунская, А. П. Кожевников, А. П. Петров. Свердловск : РИО УЛТИ, 1980. 12 с.

6. Murashige T., Skoog F. A. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum.1962. Vol. 15, № 3. P. 473–497.

Научная статья
УДК 630*232.22

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОЛИГОНАХ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

Семен Александрович Медведев[1], Сергей Вениаминович Залесов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] medvedevsa@m.usfeu.ru
[2] zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Проанализирован опыт создания лесных культур сосны обыкновенной на отвале гидравлического полигона золотодобычи. Отмечается, что при внесении плодородного слоя почвы на отвалы с бедным субстратом формируются искусственные сосновые насаждения I класса бонитета.

Ключевые слова: рекультивация, сосна обыкновенная, лесные культуры, гидравлический полигон

Для цитирования: Медведев С. А., Залесов С. В. Опыт создания лесных культур сосны обыкновенной на гидравлических полигонах золотодобычи // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 193−196.

Original article

EXPERIENCE OF CREATING SCOTS PINE FOREST CROPS AT GOLD MINING HYDRAULIC LANDFILLS

Semyon A. Medvedev[1], Sergey V. Zalesov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] medvedevsa@m.usfeu.ru
[2] zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. The experience of creating Scots pine forest crops on the dump of a hydraulic gold mining site is analyzed. It is noted that when a fertile soil layer is applied to dumps with a poor substrate, artificial pine plantations of the first class of bonitet are formed.

© Медведев С. А., Залесов С. В., 2026

Keywords: reclamation, Scots pine, forest crops, hydraulic landfill
For citation: Medvedev S. A., Zalesov S. V. (2026) Opy`t sozdaniya lesny`x kul`tur sosny` oby`knovennoj na gidravlicheskix poligonax zolotodoby`chi [Experience of creating scots pine forest crops at gold mining hydraulic landfills]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 193–196. (In Russ).

Открытие на Урале в XIX в. золотоносных россыпей послужило толчком к началу бурного развития добычи драгоценных металлов в регионе. При добыче россыпного золота одним из основных способов разработки месторождений является гидравлический (гидромеханизированный), в процессе которого формируются различные искусственные формы рельефа, представляющие собой иловые поля, гидроотвалы, дамбы и т. д. [1].

В результате этого на продолжительное время выводятся из пользования по своему производственному и хозяйственному назначению большие площади земель лесного фонда, которые чаще всего эксплуатируются в процессе разработки. Техногенные ландшафты, образовавшиеся при этом, характеризуются разрушенным почвенно-растительным покровом, эрозионными процессами, сменой гидрологического режима территории.

Для восстановления нарушенных земель проводятся рекультивационные работы. На Урале основное направление указанных работ – лесохозяйственное [2]. Не является в этом плане исключением и рекультивация земель при добыче россыпного золота. В частности, на Урале накоплен значительный опыт создания лесных культур на дражных отвалах [3].

Исследования показали, что наиболее перспективной древесной породой для лесоразведения на нарушенных землях является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) [4]. Однако в научной литературе отсутствуют данные об использовании данной породы при создании лесных культур на почвогрунтах гидравлических полигонов, что и определило направление исследований.

Цель работы – оценка опыта создания лесных культур сосны обыкновенной на гидравлических полигонах россыпной золотодобычи на территории Невьянского лесничества.

Для изучения лесоводственно-таксационных показателей лесных культур использовались апробированные и общепринятые в лесоводстве методики [5]. Сравнение средних показателей проводилось с помощью t-критерия Стьюдента.

Объектом исследований являлись участки лесных культур в пределах Невьянского лесничества Левихинского участкового лесничества, созданные в процессе рекультивации. На обследованной территории посадка

лесных культур выполнялась в 2013 г. 2-летними сеянцами сосны обыкновенной с открытой корневой системой (табл. 1). Также учитывались деревья естественного происхождения. Участок расположен на отвале промытых песков.

Таблица 1

Характеристика исследуемых лесных культур

№ пп	Год посадки	Технический этап	Посадочный материал	Шаг посадки, м	Средняя ширина междурядья, м	Густота, шт./га
1	2013	Внесение плодородного слоя почвы (ПСП)	2-летние сеянцы (ОКС)	0,9	3,2	3485
2		Не проводился				3217

Примечание. На ПП 2 52,8 % деревьев выше высоты 1,3 м; 47,2 % – ниже 1,3 м.

Как показал анализ полученных данных (табл. 2), сравнивая культуры на ПП 1, можно увидеть достоверные различия ($t_{факт} = 7{,}47 > t_{табл}$ при $p \leq 0{,}05$) по среднему диаметру деревьев с ПП 2.

Таблица 2

Таксационные показатели лесных культур

№ пп	Состав	Элемент леса	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Запас, $м^3$/га
				диаметр, см	высота, м				
1	10С+С ед. Б, Ос, Ив	Сосна ЛК	12	8,7	5,3	I	13,6347	0,95	58,62
		Сосна ест.	9	4,5	3,8		0,8034	0,07	2,78
		Береза		2,7	2,0		0,0086	0,002	0,02
		Осина		3,4	5,0		0,4906	0,04	1,26
		Ива		3,4	4,4		0,1209	0,01	0,40
Итого							**15,0583**	**1,08**	**63**
2	10С	Сосна	12	2,1	2,3	IV	0,5670	0,08	1,30
Итого							**0,5670**	**0,08**	**1**

Проведенные исследования выявили, что внесение ПСП (ПП 1) позволяет на 12-й год после посадки сформировать устойчивый древостой, характеризующийся I классом бонитета, при этом аналогичный участок с естественным субстратом (ПП 2) отличается низкой производительностью – IV классом бонитета. При этом 47 % деревьев на ПП 2 даже не достигли

высоты 1,3 м, что свидетельствует прежде всего о неблагоприятных почвенных условиях произрастания на отвалах.

Таким образом, оценка созданных на отвале после золотодобычи 12-летних культур сосны обыкновенной выявила существенные различия в росте и развитии деревьев на участках, отличных по гранулометрическому составу почвы.

Выводы

1. В целях лесохозяйственной рекультивации на отвалах гидравлических полигонов добычи золота после их отработки рекомендуется создание лесных культур сосны обыкновенной.

2. Искусственные сосновые древостои на рекультивированном отвале к 12-летнему возрасту обеспечивают запас стволовой древесины 63 м^3/га.

3. Вырастить продуктивные насаждения сосны на отвалах гидравлических полигонов без приемов улучшения техногенного субстрата в связи с неблагоприятными лесорастительными условиями практически невозможно.

4. Большие площади и различные формы рельефа, формирующиеся на гидравлических полигонах, вызывают необходимость продолжения исследований и разработки рекомендаций по их рекультивации.

Список источников

1. Баранников А. Г. Анализ ведущих факторов образования золотоносных россыпей Урала. Рудно-россыпные узлы, возможные модели их формирования // Известия УГГУ. 2024. Вып. 2 (74). С. 43–56.

2. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 282 с.

3. Петров А. И., Медведев С. А. Опыт рекультивации полигонов добычи россыпного золота // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 3 (153). DOI: 10.60797/IRJ.2025.153.107

4. Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В. С. Котова, И. Е. Корчагин, Е. П. Розинкина [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 4–13.

5. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 146 с.

Научная статья
УДК 502.474

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНОГО ПАРКА «БАЖОВСКИЕ МЕСТА»

Александра Николаевна Медведева[1], Ольга Кирилловна Лозовская[2], Оксана Валерьевна Сычугова[3], Татьяна Владимировна Прохорова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] medvedeva03alexandra@yandex.ru
[2] Lozovska_olga@yandex.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru
[4] prokhorovatv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье оценен рекреационный потенциал природного парка «Бажовские места» (г. Сысерть). Проанализированы динамика посещаемости и нарушений за 2018–2023 гг. Приводится оценка маршрута «Легенды талькового кольца» по методике А. И. Тарасова.

Ключевые слова: природный парк, рекреационный потенциал, антропогенная нагрузка

Для цитирования: Оценка рекреационного потенциала природного парка «Бажовские места» / А. Н. Медведева, О. К. Лозовская, О. В. Сычугова, Т. В. Прохорова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 197−200.

Original article

ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL POTENTIAL OF THE “BAZHOV PLACES” NATURAL PARK

Alexandra N. Medvedeva[1], Olga K. Lozovskaya[2], Oksana V. Sychugova[3], Tatiana V. Prokhorova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] medvedeva03alexandra@yandex.ru
[2] Lozovska_olga@yandex.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru
[4] prokhorovatv@m.usfeu.ru

Abstract. The article assesses the recreational potential of the “Bazhov Places” Natural Park (Sysert). The dynamics of attendance and violations for

© Медведева А. Н., Лозовская О. К., Сычугова О. В., Прохорова Т. В., 2026

2018–2023 are analyzed. The “Legends of the Talc Ring” route is evaluated using the A. I. Tarasov methodology.

Keywords: natural park, recreational potential, anthropogenic load

For citation: Ocenka rekreacionnogo potenciala prirodnogo parka “Bazhovskie mesta” [Assessment of the recreational potential of the “Bazhov Places” Natural Park] (2026) A. N. Medvedeva, O. K. Lozovskaya, O. V. Sychugova, T. V. Prokhorova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 197–200. (In Russ).

Лесные массивы вокруг Сысерти – ценный природный ресурс, ключевой для экологического благополучия и рекреации. Их сохранение и грамотный уход за ними имеют первостепенное значение для поддержания здоровой городской среды [1]. Особый статус имеет природный парк «Бажовские места», созданный для обеспечения благоприятных условий в регионе [2]. В условиях роста популярности экотуризма актуальной задачей становится эффективное управление его ресурсами для сохранения уникальных экосистем.

Целью исследования является анализ и оценка рекреационного потенциала природного парка «Бажовские места».

Объектом исследования был выбран природный парк «Бажовские места», созданный для сохранения природных комплексов и развития экологического туризма. Его главной природной особенностью является живописное озеро Тальков камень – затопленный карьер по добыче талька. Наиболее популярный маршрут – «Легенды талькового кольца» [3]. Маршрут привлекает простотой и оптимальной протяженностью. Удобная транспортная доступность парка для Сысерти пока не оказывает критического негативного влияния на лесную фауну.

Для рекреационной оценки проанализированы данные по посещаемости и нарушениям в парке за 2018–2023 гг. Отмечена положительная динамика посещаемости с резким скачком с 2019 г. При этом динамика нарушений (лесонарушения, мусор, незаконное передвижение на транспорте) начала спадать после 2020 г.

Для практической работы выбрана методика рекреационной оценки лесных территорий А. И. Тарасова [4], которая оценивает 11 признаков. Оценка самого посещаемого маршрута «Легенды талькового кольца» дала 80 баллов, что соответствует очень высокому рекреационному качеству территории (таблица).

Оценка маршрута «Легенды талькового кольца»

Факторы оценки	Баллы
Состав и форма насаждений	5
Преобладающая порода	10
Поляны, опушки	5
Водные объекты	5
Рельеф	10
Памятники природы и культуры	5
Проходимость	10
Близость к городу	10
Благоустройство	5
Загрязнение	5
Дефицитность лесов	10
Итого	80

Несмотря на высокую интегральную оценку, детальный анализ состояния маршрута «Легенды талькового кольца», проведенный с использованием абрисов и визуального анализа с фотофиксацией, выявил ряд критических проблем, которые требуют незамедлительного решения.

1. Аварийные деревья и лесопатологическое состояние. На маршруте зафиксированы много аварийных деревьев (сухостой, поврежденные стволы) и захламления, что создает прямую угрозу безопасности туристов. Отмечены признаки болезней деревьев (например, ступенчатый рак), способствующие размножению вредителей (малый сосновый лубоед) и деградации насаждений.

2. Состояние дорожно-тропиночной сети. Сеть находится в неудовлетворительном состоянии. Торчащие корни и сухостой повышают риск травматизма. Интенсивное вытаптывание приводит к повреждению корневых систем деревьев, делая их уязвимыми для болезней и вредителей. Деревянные настилы установлены лишь на ограниченных участках.

3. Захламление и инфраструктура. Выявлено наличие мусора в ключевых рекреационных зонах (у озера Тальков камень). Состояние информационных аншлагов и лестницы к озеру требует улучшения, что снижает эстетику, повышает риски травм и создает пожароопасную обстановку.

Природный парк «Бажовские места» обладает очень высоким рекреационным потенциалом, что подтверждается ростом посещаемости. Минимизировать отрицательные последствия рекреационной деятельности можно с помощью системы специальных мероприятий, которые должны основываться на результатах оценки воздействия рекреационной деятельности на состояние лесных насаждений [5]. В первую очередь это включает санитарно-оздоровительные мероприятия (удаление аварийных деревьев),

реконструкцию дорожно-тропиночной сети и усиление контроля за соблюдением правил посещения и чистотой территории. Реализация этих рекомендаций позволит сохранить уникальную природу парка и обеспечить комфортный и безопасный отдых.

Список источников

1. Экологическое состояние городских лесов и проблемы их сохранения / под ред. И. И. Кузнецовой. М. : Экопресс, 2022. 210 с.

2. Положение о природном парке «Бажовские места» // Природный парк «Бажовские места» : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/819013254?yscli d=midjxbfcnh320014754 (дата обращения: 10.03.2024).

3. Маршруты парка // Природный парк «Бажовские места» : [сайт]. URL: https://bm-park.ru/posetitelyam/marshruty/legenda-talkovogo-kolca/ (дата обращения: 10.03.2024).

4. Тарасов А. И. Рекреационная оценка лесов. М. : Лесн. пром-сть, 1986. 128 с.

5. Динамика состояния древостоев лесного парка имени Лесоводов России г. Екатеринбурга под воздействием рекреацин / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева, А. Р. Киршбаум, Д. Чанотей // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (82). С. 25–31. DOI: 10.51318/FRET.2022.85.88.003

Научная статья
УДК 630.182.47./48:630.627.3(470.54)

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ КАРАСЬЕ-ОЗЕРСКОГО ЛЕСНОГО ПАРКА ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Шорена Элгуджевна Микеладзе[1], Наталья Павловна Бунькова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] shorena210@mail.ru
[2] bunkovanp@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье приведен анализ влияния рекреационной нагрузки на встречаемость живого напочвенного покрова (ЖНП) в Карасье-Озерском лесном парке. Сбор данных осуществлялся на постоянных пробных площадях (ППП). Полученные данные свидетельствуют об отрицательном влиянии антропогенного воздействия на встречаемость ЖНП на исследуемой территории.

Ключевые слова: живой напочвенный покров, встречаемость, рекреационная нагрузка, лесной парк

Для цитирования: Микеладзе Ш. Э., Бунькова Н. П. Влияние рекреационного воздействия на встречаемость живого напочвенного покрова в условиях Карасье-Озерского лесного парка города Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 201−205.

Original article

THE INFLUENCE OF RECREATIONAL IMPACT ON THE OCCURRENCE OF LIVING GROUND COVER IN THE KARAS-OZERSKY FOREST PARK CONDITIONS IN EKATERINBURG

Shorena E. Mikeladze[1], Natalya P. Bunkova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] shorena210@mail.ru
[2] bunkovanp@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents an analysis of the influence of recreational load on the occurrence of living ground cover (LGC) in Karas-Ozersky Forest

© Микеладзе Ш. Э., Бунькова Н. П., 2026

Park. Data was collected on permanent sample plots (PSP). The obtained data indicate a negative influence of anthropogenic impact on the occurrence of LGC in the researched area.

Keywords: living ground cover, occurrence, recreational load, forest park

For citation: Mikeladze Sh. E., Bunkova N. P. (2026) Vliyanie rekreacionnogo vozdejstviya na vstrechaemost` zhivogo napochvennogo pokrova v usloviyax Karas`e-Ozerskogo lesnogo parka g. Ekaterinburga [The influence of recreational impact on the occurrence of living ground cover in the Karas-Ozersky forest park conditions in Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 201–205. (In Russ).

Лесные парки являются популярным местом отдыха в любой сезон года, особенно в летний период. Горожан привлекает доступность разных видов отдыха: прогулка, спорт, медитация, пикники, рыбалка и многое другое. Естественно, такая потребность в рекреационных лесах приводит к отрицательным последствиям для их жизнедеятельности.

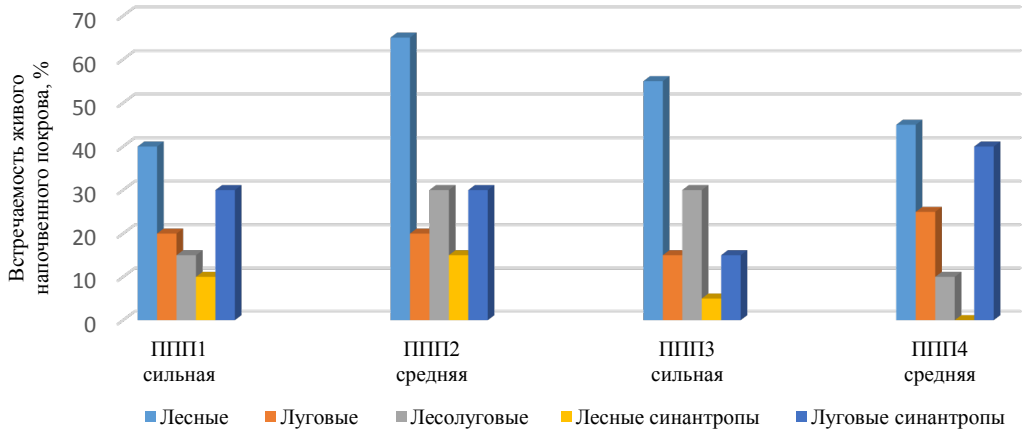
Общеизвестно, что лесные участки, находящиеся под постоянным рекреационным воздействием, подвержены негативным последствиям [1]. Это проявляется в уплотнении почвы, снижении качества древостоев, ухудшении роста и развития растений, повреждении и уничтожении подроста, подлеска, травяно-кустарничниковой растительности, разрушении лесной подстилки и нарушении естественного возобновления [2].

Из всех компонентов лесного насаждения можно выделить ЖНП, т. к. некоторые исследования доказывают, что он одним из первых реагирует на рекреационную нагрузку [3].

Для изучения ЖНП заложено четыре постоянных пробных площади на участках с различной степенью рекреационного воздействия. Для определения степени рекреационного воздействия по группам (фоновая, низкая, средняя и сильная) нами рассчитан показатель годовой единовременной нагрузки согласно методике [4]. Учетные площадки (УП) закладывались размером 0,5 × 0,5 м. Общее количество УП составило 80 шт. Растения собирали во второй половине июля, так как они в этот период находятся в стадии максимального роста и развития. Все виды ЖНП срезали под корень и складывали в подготовленные пакеты с номером ППП и УП. Далее живой напочвенный покров высушивали до полного испарения влаги в специальных сушильных шкафах при температуре 105 °С. При исследовании травянистого покрова определяли показатель его встречаемости, что позволило судить о равномерности распределения ЖНП по изучаемой территории. Встречаемость видов определялась через количество учетных площадок с наличием одного вида на УП к их общему числу на ППП. Также

распределяли все растения по пяти группам экосистем: лесные, луговые, лесолуговые, лесные и луговые синантропы [5]. Это позволило выявить синантропизацию естественного растительного покрова, которая приводит к медленному изменению состава и структуры ЖНП в рекреационных лесах.

На рисунке приведены данные встречаемости и распределение живого напочвенного покрова по группам ценотипов в зависимости от степени рекреационного воздействия в условиях заложенных ППП в Карасье-Озерском лесном парке.



Встречаемость живого напочвенного покрова на ППП в условиях Карасье-Озерского лесного парка

Степень рекреационного воздействия на ППП 1 и ППП 3 сильная, а на ППП 2 и ППП 4 – средняя, что подтверждает наличие постоянного антропогенного влияния на участках.

По данным рисунка можно отметить, что более распространенная группа на исследуемых ППП – это лесные виды. Их показатель встречаемости варьирует от 40 до 65 % на всех ППП. На ППП 2 и ППП 4 при средней степени рекреационного воздействия показатель встречаемости составляет 65 и 55 % соответственно.

На ППП 1 и ППП 3 при сильной степени рекреационного воздействия процент встречаемости варьирует от 40 до 45. Представителями лесной группы на ППП 2 и ППП 4 являются земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), медуница лесная и костяника обыкновенная (*Rúbus saxátilis* L.). На остальных двух ППП – сныть обыкновенная (*Aegopódium podagrária* L.).

В данном случае можно увидеть закономерность увеличения рекреационной нагрузки и, соответственно, снижения показателя встречаемости лесных видов, что подтверждает отрицательное влияние рекреации на растительный покров.

Вторая группа по встречаемости – это луговые синантропы. Показатель встречаемости в данной группе на четырех ППП варьирует от 15 до 40 %. Представители группы луговых синантропов – крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), горошек

заборный (*Vicia sepium* L.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.).

На ППП 4 при средней степени рекреационного воздействия наибольший процент встречаемости в луговых синантропах – 40. На ППП 1 при сильной и на ППП 2 при средней степени рекреационного воздействия показатель встречаемости составляет 30 %. На ППП 3 при сильной степени рекреационного воздействия встречаемость луговых синантропов – 15 %. Это можно объяснить появлением луговых синантропов при увеличении рекреационной нагрузки в лесном парке.

Группа лесолуговых видов по показателю встречаемости варьирует от 10 до 30 % на всех ППП. На ППП 2 при средней и на ППП 3 при сильной степени рекреационного воздействия показатель встречаемости лесолуговых видов равен 30 %; на ППП 1 при сильной степени рекреационного воздействия встречаемость ЖНП – 15 %; на ППП 4 при средней степени рекреационного воздействия – 10 %. Представители лесолуговых видов на ППП – это клевер люпиновидный (*Trifolium lupinaster* L.), василистник малый (*Thalictrum minus* L.), коротконожка лесная (*Brachypodium sylvaticum* (*Huds.*) P. Beauv.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.). Данная группа произрастает при незначительной рекреационной нагрузке, что подтверждает влияние последней на ЖНП.

Луговые виды также произрастают на всех ППП. Представителями данной группы являются будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), фиалка опушенная (*Viola hirta* L.) и лютик золотистый (*Ranunculus auricomus* L.). Показатель встречаемости при средней и сильной степени рекреационного воздействия на ППП 1, ППП 2, ППП 3 и ППП 4 варьирует от 15 до 25 %. Наличие данных видов на исследуемых ППП подтверждает влияние рекреационных нагрузок на растительный покров в условиях лесного парка.

Группа лесные синантропы произрастает на трех ППП. Показатель встречаемости варьирует от 5 до 15 %. Представителями лесных видов на ППП является подмаренник северный (*Galium boreale* L.), подмаренник мягкий (*Galium moolugo* L.) и подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.). На ППП 1 наибольшая встречаемость лесных синантропов – 15 %. Это можно объяснить тем, что данная ППП находится на входе в лесной парк. На ППП 6 встречаемость данной группы равна 0 %. Данная проба находится глубже в лесу по сравнению с другими ППП. Наличие лесных синантропов подтверждает высокое рекреационное воздействие и его влияние на встречаемость и синантропизацию естественного растительного покрова.

Выводы

1. Полученные данные свидетельствует о том, что постоянные пробные площади заложены в зоне сильного рекреационного воздействия в условиях Карасье-Озерского лесного парка.

2. Встречаемость и синантропизация живого напочвенного покрова зависят от рекреационной нагрузки и условий места произрастания растений.

3. Относительно маленькая встречаемость лесных и луговых видов, наличие лесолуговых, лесных и луговых синантропов свидетельствуют о влияние рекреационного воздействия на лесной парк.

Список источников

1. Рекреационный потенциал насаждений парка «Березовая роща» в г. Екатеринбурге / И. В. Шевелина, Т. С. Воробьева, А. В. Суслов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2021. Вып. 4 (79). С. 49–56.

2. Бунькова Н. П., Залесов С. В. Ведение лесного хозяйства в рекреационных лесах. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. 129 с.

3. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 146 с.

4. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок / Гос. ком. СССР по лесному хозяйству. М., 1987. 33 с.

5. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Изд. 3-е, доп. и перераб. Екатеринбург, 2020. 90 с.

Научная статья
УДК 58.087

ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ПРОВЕДЕНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ РАБОТ

Мария Ивановна Михалева[1], Оксана Валерьевна Сычугова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mikhaleva.masha2004@mail.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Аннотация. Проводится сравнение программных обеспечений для мобильных устройств, позволяющих оптимизировать процесс проведения таксационных работ, а именно процесс сбора и обработки данных.

Ключевые слова: таксация, приложения, мобильные устройства

Для цитирования: Михалева М. И., Сычугова О. В. Приложения для мобильных устройств, облегчающие проведение таксационных работ // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 206−210.

Original article

APPLICATIONS FOR MOBILE DEVICES THAT FACILITATE TAXATION WORKS

Maria I. Mikhaleva[1], Oksana V. Sychugova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mikhaleva.masha2004@mail.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Abstract. Software for mobile devices is being compared to optimize the process of conducting taxation work, specifically the process of data collection and processing.

Keywords: taxation, applications, mobile devices

For citation: Mikhaleva M. I., Sychugova O. V. (2026) Prilozheniya dlya mobil`ny`x ustrojstv, oblegchayushhie provedenie taksacionny`x rabot [Applications for mobile devices that facilitate taxation works]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the

© Михалева М. И., Сычугова О. В., 2026

forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 206–210. (In Russ).

Мобильные приложения, применяющиеся в лесном хозяйстве, – это своеобразные инструменты для оптимизации процессов планирования, учета и анализа данных деятельности, адаптированные для работы на смартфонах, планшетах и других портативных устройствах.

Критерием выбора мобильных приложений для анализирования и испытания в данной работе в первую очередь являлась их общедоступность, т. е. возможность бесплатно установить приложение на любое мобильное устройство без необходимости регистрации и указывания дополнительных данных, поскольку многие приложения разрабатываются компаниями, специализирующимися на лесном хозяйстве, для своих работников. Также одним из основных критериев была доступность к приложению в поисковой системе и быстрая установка, т. е. отсутствие длительного поискового пути по большому количеству сайтов, установки из неизвестных источников и перешивания установочного файла для его безопасной загрузки на устройство.

В результате отбора были выбраны следующие программные обеспечения: Trees – мобильное приложения для измерения высоты деревьев; Perechetka1_1 – программа, предназначенная для сбора полевых данных при выполнении работ по таксации лесосек. Выходные данные формируются в файл в формате, пригодном для дальнейшей обработки в программном модуле «Расчет лесосеки» на сайте.

Для испытания Trees были подобраны 10 деревьев: 3 сосны, 4 березы и 3 ели, так как в характеристиках приложения заявлено, что в зависимости от указания породы зависит и точность измерения высоты дерева.

Перед тем, как испытывать приложение, высота всех деревьев была измерена с помощью маятникового высотомера. В дальнейшем для расчета погрешности эти данные были приняты как истинные.

Следует отметить, что для измерения высоты с использованием маятникового высотомера необходимо закладывать базис – 20 м от дерева [1], программа же такого не требует, поэтому измерения с помощью телефона были проведены с учетом базиса и на расстоянии 15 м для более точного определения погрешности (табл. 1).

Средняя ошибка при базисе 20 м составила 0,5 %, а при базисе 15 м – 0,3 %. То есть в целом ошибка составляет менее 1 %.

Следует отметить, что использование приложения было более удобным, чем применение высотомера: наводиться камерой на дерево легче, так как для использования высотомера необходимо хорошее зрение, а камера имеет функцию приближения, расчет высоты не требует никаких вычислений в уме, приложение считает самостоятельно, что снижает ошибку

при определении высот большого количества деревьев. Единственный замеченный минус – интерфейс системы полностью на английском языке, однако, чтобы разобраться с небольшим количеством кнопок, требуется 5–10 мин и минимальные знания языка, так как работа приложения интуитивно понятна.

Таблица 1

Данные измерений Trees

Дерево	Высота дерева, установленная маятниковым высотомером, м	Высота дерева, измеренная с помощью приложения с базисом 20 м, м	Ошибка, %	Высота дерева, измеренная с помощью приложения с базисом 15 м, м	Ошибка, %
1-я сосна	23,2	23,4	+0,9	23,5	+1,3
2-я сосна	24,3	24,2	–0,4	24,3	+0
3-я сосна	25,0	24,8	–0,8	24,7	–1,2
1-я береза	20,1	20,3	+1	20,4	+1,5
2-я береза	19,5	19,2	–1,5	19,4	–0,5
3-я береза	21,0	20,7	–1,4	20,9	–0,5
4-я береза	17,8	17,9	+0,6	17,8	+0
1-я ель	15,3	15,2	–0,7	15,2	–0,7
2-я ель	17,0	16,8	–1,2	16,8	–1,2
3-я ель	17,7	17,5	–1,1	17,4	–1,7

Для определения размера ошибки испытуемых программ были выбраны и измерены 30 деревьев сосны обыкновенной, так как приложение Perechetka1_1 имеет ограничения по количеству вводимых данных, а именно 30 деревьев. Связано это с тем, что приложение очень молодое и пока находится на этапе доработки.

Первоначально вручную были измерены диаметры выбранных деревьев при помощи мерной вилки и их высота маятниковым высотомером.

Разряд высот был установлен с помощью применения таблиц Анучина для определения разряда высот [2]. Затем объем древесины определялся также с помощью таблиц Анучина, но сортиментно-товарных: количество деревьев в каждой ступени высот умножалось на нужный коэффициент. Цена древесины рассчитывалась перемножением ставок платы на коэффициенты [3], а стоимость древесины – умножением объема древесина на ее цену (табл. 2).

Таким образом, объем древесины при ручном расчете получился равным 25 м^3, а его стоимость составила 5,8 тыс. руб. Эти данные будут использованы как истинные при дальнейшем расчете погрешности.

Таблица 2

Итоговая стоимость древесины

Показатель	Значение, м^3	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Крупная древесина	7,1	442,63	3142,65
Средняя древесина	7,58	316,08	2395,87
Мелкая древесина	1,3	157,75	205,07
Дрова	7,04	11,77	82,87
Ликвид	23,02	–	5826,47
Отходы	2,25	–	–
Итого	25,27	–	5826,47

Следующим шагом опыта был расчет тех же показателей, но уже с помощью приложения Perechetka1_1 и сайта Gridz.ru. С помощью мобильного приложения вводились порода и диаметр дерева. Сайт, на котором предварительно были введены начальные данные, уточняющие, где именно находится выдел, лесотаксовый район и нужный коэффициент, в это же время самостоятельно рассчитывал объем древесины и ее стоимость.

В итоге объем древесины составил 25,2 м^3, а его стоимость – 5,8 тыс. руб. То есть данные, полученные с помощью ручного способа расчета и с помощью приложения, равнозначны и расчет погрешности не требуется. Однако следует отметить, что расчет материально-денежной оценки с использованием программного обеспечения оказался значительно быстрее и менее трудозатратным. Минусом является малое количество функций в бесплатной версии приложения.

На основе проведенного анализа можно сказать, что в настоящее время в Интернете все еще можно найти бесплатные программные обеспечения для мобильных устройств, которые могут помочь упростить и ускорить процесс проведения таксационных работ.

Эксперимент, проведенный для выяснения пригодности использования приложения Trees, показал, что погрешность определения высоты дерева составляет менее 1 %. Следовательно, приложение можно уверенно использовать, не переживая за точность полученных данных. Хотелось бы предложить использовать его для проверки данных измерения высот при обучении применению высотомера.

Опыт, проведенный с приложением Perechetka1_1 и сайтом Gridz.ru, вовсе показал полное совпадение значений, найденных при ручном расчете и использовании программного обеспечения. То есть при расчете большого массива данных в рамках учебного процесса можно спокойно использовать это программное обеспечение для проверки правильности расчетов.

Список источников

1. Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Коростелев И. Ф. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса. Екатеринбург, 2019. 214 с.

2. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. М. : Лесн. пром-сть, 1981. 536 с.

3. О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности : Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 30.06.2025) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_688B (дата обращения: 20.11.2025).

Научная статья
УДК 630.453:630.271

ВОЗРАСТАНИЕ ВРЕДОНОСНОСТИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ *PHYLLONORYCTER ISSIKII* В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЯХ ОМСКОГО ГАУ

Антон Андреевич Мищенко[1], Галина Васильевна Барайщук[2], Артем Игоревич Дегтярев[3], София Антоновна Оленбергер[4]
[1–4] Омский государственный аграрный университет, Омск, Россия
[1] aa.mischenko1810@omgau.org
[2] gv.barayschuk@omgau.org
[3] ai.degtyarjov@omgau.org
[4] sa.olenberger2202@omgau.org

Аннотация. Научный интерес к *T. cordata* сместился с таксационно-биометрических исследований на геоботанические, физиологические и биохимические аспекты. Это связано с обнаружением в Западной Сибири инвазивного вредителя – липовой моли-пестрянки, изучение которой стало новой ключевой задачей.

Ключевые слова: липовая моль-пестрянка, дендрологические коллекции, Омский ГАУ, вредоносность

Для цитирования: Возрастание вредоносности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* в дендрологических коллекциях Омского ГАУ / А. А. Мищенко, Г. В. Барайщук, А. И. Дегтярев, С. А. Оленбергер // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 211−216.

© Мищенко А. А., Барайщук Г. В., Дегтярев А. И., Оленбергер С. А., 2026

Original article

INCREASING HARMFULNESS OF LIME LEAF MINER *PHYLLONORYCTER ISSIKII* IN THE DENDROLOGICAL COLLECTIONS OF THE OMSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Anton A. Mishchenko[1], Galina V. Barayschuk[2], Artyom I. Degtyarev[3], Sofia A. Olenberger[4]
[1–4] Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia
[1] aa.mischenko1810@omgau.org
[2] gv.barayschuk@omgau.org
[3] ai.degtyarjov@omgau.org
[4] sa.olenberger2202@omgau.org

Abstract. Scientific interest in *T. cordata* has shifted from taxation and biometric research to geobotanical, physiological, and biochemical aspects. This is due to the discovery of an invasive pest in Western Siberia – lime leaf miner, which has become a key new task.

Keywords: lime leaf miner, dendrological collections, Omsk SAU, harmfulness

For citation: Vozrastanie vredonosnosti lipovoj moli-pestryanki *Phyllonorycter issikii* v dendrologicheskix kollekciyax Omskogo GAU [Increasing harmfulness of lime leaf miner *Phyllonorycter issikii* in the dendrological collections of the Omsk State Agrarian University] (2026) A. A. Mishchenko, G. V. Barayschuk, A. I. Degtyarev, S. A. Olenberger. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 211–216. (In Russ).

Липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.) является аборигенным видом и естественным компонентом европейских широколиственных лесов, однако в лесах Западной Сибири встречается крайне редко. Естественные липовые леса в Омской области, занимающие лишь 1,5 тыс. га, встречаются только в Большеуковском, Усть-Ишимском и Тевризском районах [1]. В северных лесорастительных зонах недостаток солнечной радиации приводит к повреждению растений заморозками, а короткий вегетационный период в сочетании с недостаточной теплоемкостью почв не позволяет семенам достичь полной зрелости [2].

Новая практика компенсационного озеленения, которую внедряют лишь в некоторых городах (Москва, Норильск, Тюмень, Омск), несет в себе риски для здоровья лесов. Использование посадочного материала из разных регионов может нарушать местные экологические связи и способствовать

заносу и быстрому распространению инвазивных видов насекомых-вредителей [3, 4].

Липовая моль-пестрянка (*Lithocolletis issikii* Kumata) – инвазивный вредитель, ранее малоизвестный в России. Его стремительное распространение демонстрирует пример Москвы: за три года (шесть поколений) с момента обнаружения первых мин в 1985 г. вредитель сформировал очаги на площади в несколько тысяч гектаров [5]. Позже вид был отмечен в Ижевске (с 1999 г.) и в Западной Сибири (г. Тюмень, 2006 г.) [4].

Пути проникновения моли-пестрянки в европейскую часть России не установлены, и гипотеза о ее естественном расселении вместе с кормовым растением была опровергнута. На востоке ареала, где суммарного тепла меньше, у вредителя преобладает однолетняя генерация (рис. 1). Наличие однолетнего цикла развития способствует росту популяции, тогда как двухгодовой оказывает сдерживающее влияние. Указанное явление наблюдается в ряде регионов России, включая Ярославскую, Свердловскую, Тюменскую, Омскую, Новосибирскую области и Удмуртию [2].

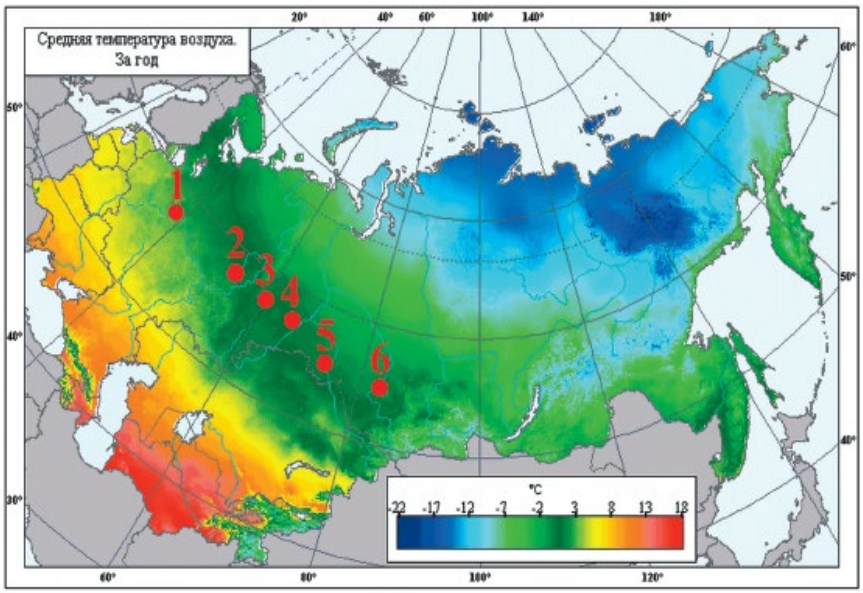


Рис. 1. Территория с преобладанием одногодовой генерации *P. issikii*: красные точки:
1 – г. Ярославль, *2* – г. Ижевск, *3* – г. Екатеринбург, *4* – г. Тюмень, *5* – г. Омск, *6* – г. Новосибирск (по данным [2])

Зимующие бабочки моли-пестрянки выходят из зимней диапаузы в конце апреля – начале мая, синхронно с набуханием почек липы. Для вида характерно тенелюбивое поведение: после вылета бабочки держатся в тени, перемещаясь по стволу вслед за движением солнца. После спаривания самки откладывают яйца по одному на нижнюю сторону развитых листьев. Плодовитость – в среднем 18 яиц (от 8 до 38) на самку [5]. Инкубационный период яиц длится около двух недель.

Отродившиеся в конце мая – начале июня гусеницы сразу внедряются в лист, прогрызая в паренхиме мину, сохраняющую целостность кутикулы. Изначально нижнесторонняя, по мере роста личинки мина становится двусторонней и овальной, приобретая вид светло-зеленого пятна сверху и оставаясь покрытой пленкой эпидермиса снизу с характерной складкой от окукливания. Площадь питания одной особи составляет 1,25 ± 0,01 см^2 [2].

Развитие липовой моли-пестрянки характеризуется растянутыми сроками, находящимися в тесной зависимости от погодных условий. Окукливание гусениц происходит с середины июня внутри мины в паутинистом коконе. Лёт бабочек наблюдается в конце июня – начале июля. Имаго не нуждаются в дополнительном питании и зимуют в трещинах коры старых деревьев.

Вследствие растянутого периода развития к концу августа – началу сентября на листьях липы присутствуют мины вредителя, в которых регистрируется полностью выеденная паренхима и наличие различных фаз развития моли: от гусениц старшего возраста и куколок до только что отродившихся личинок.

Наблюдения показали отсутствие связи между встречаемостью минера и возрастом, происхождением или состоянием *T. cordata*. В то же время выявлена тенденция к преимущественному заселению им деревьев в затененных условиях, что согласуется с литературными источниками по этому вопросу.

Цель исследования – изучение активности заселения листьев *Tilia cordata* липовой молью-пестрянкой *Phyllonorycter issikii*. В задачи исследования входило обобщить современные данные о биологии *T. cordata* и *P. issikii*, а также проанализировать современные тенденции и выявить проблемы пространственного расселения вредителя.

Объект исследования: посадочный материал *Tilia cordata*.

Предмет исследования: особенности жизнедеятельности *P. issikii* и характер вызываемых им повреждений на листовых пластинках.

С 9 июня по 1 сентября 2025 г. на территории учебно-научной лаборатории многолетних культур «Сад им. А. Д. Кизюрина» (УОХ Омского ГАУ, г. Омск) была проведена энтомологическая оценка состояния листьев у саженцев липы мелколистной с закрытой корневой системой. В общей сложности, была произведена оценка 150 шт. саженцев липы, заселенных *P. issikii* (рис. 2). Инвазия липовой моли-пестрянки наблюдалась в 100 % случаев со степенью повреждения листьев от 50 до 60 %.

Результаты обследования саженцев *T. cordata* выявили отрицательную корреляцию между заселенностью липовой молью-пестрянкой и наличием у растений других заболеваний (церкоспороз, антракноз) и вредителей (галловые клещи). Полученные данные позволяют предположить, что *P. issikii* избирательно заселяет физиологически здоровые деревья.

Вероятной причиной этого является негативное влияние патогенов и клещей, которое снижает привлекательность листьев для минера.



Рис. 2. Мина *P. issikii* на листе *T. cordata*

По результатам проведенных исследований выполнен выборочный учет саженцев *T. cordata* с фиксацией повреждений, вызванных *P. issikii*, и сопутствующих патологий листьев. Установлена прямая зависимость между степенью затененности кроны и количеством листьев с минами, что подтверждает тенелюбивый характер вредителя. Интенсивное повреждение листового аппарата приводит к его преждевременному усыханию и опадению, следствием чего является потеря декоративности и общее ослабление растений. Выявленные экологические предпочтения *P. issikii* являются важным критерием для разработки эффективной системы мониторинга данного фитофага.

Список источников

1. Создание посадочного материала липы мелколистной (*Tilia cordata*) в условиях южной лесостепи Омской области / Г. В. Барайщук, А. П. Коновалова, Е. А. Туник, Ю. Н. Учарова // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (28). С. 7–13.

2. Влияние температуры на динамику численности популяций липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (*Lepidoptera, Gracillariidae*) во вторичном ареале минера / И. В. Ермолаев, Н. М. Дэви, М. О. Бубнов, В. А. Бессонова // Российский журнал биологических инвазий. 2025. Т. 18, № 2. С. 60–68. DOI 10.35885/1996-1499-18-2-060-068

3. Дегтярев А. И., Барайщук Г. В. Вредоносность *Eriophyes leiosoma* в искусственных насаждениях липы мелколистной в условиях южной лесостепи Омской области // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. № S4-1 (20). С. 23.

4. Галанов А. Э. Проблемы распространения липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* kumata, 1963) на липе сердцевидной (*Tilia cordata* Mill., 1768) в границах лесопаркового зеленого пояса г. Тюмени // Интеграция и устойчивость зеленой инфраструктуры : материалы Международной молодежной научной школы-конференции, Воронеж, 24 марта 2023 года. Воронеж : Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова, 2023. С. 114–123. DOI: 10.58168/ISGreenI2023_114-123

5. Белов Д. А. Вспышки массового размножения листогрызущих насекомых и минеров и характеристика их очагов в Москве // Лесной вестник. 2000. № 6. С. 124–131.

Научная статья
УДК 581.543

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КУСТАРНИКАМИ РОДА *BERBERIS* L. БОТАНИЧЕСКОГО САДА УГЛТУ «УРАЛЬСКИЙ САД ЛЕЧЕБНЫХ КУЛЬТУР ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Л. И. ВИГОРОВА» (УСЛК)

Елизавета Юрьевна Мордвинова[1], Павел Александрович Мартюшов[2], Елена Геннадьевна Мартюшова[3], Галина Виленовна Агафонова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] 2297935@gmail.com
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[4] agafonovagv@m.usfeu.ru

Аннотация. В рамках исследования по изучению циклов развития гибридных форм кустарников рода *Berberis* L. в условиях Среднего Урала проведены двухлетние фенологические наблюдения, что позволило определить сроки и динамику изменения фенофаз.

Ключевые слова: барбарис, фенологические наблюдения, вегетация, фенологическая фаза

Для цитирования: Фенологические наблюдения за кустарниками рода *Berberis* L. ботанического сада УГЛТУ «Уральский сад лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова» (УСЛК) / Е. Ю. Мордвинова, П. А. Мартюшов, Е. Г. Мартюшова, Г. В. Агафонова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 217−222.

© Мордвинова Е. Ю., Мартюшов П. А., Мартюшова Е. Г., Агафонова Г. В., 2026

Original article

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF GENUS *BERBERIS* L. SHRUBS AT THE BOTANICAL GARDEN OF THE USFEU "URAL GARDEN OF MEDICINAL CROPS NAMED AFTER PROFESSOR L. I. VIGOROV" (UGMC)

Elizabeth Yu. Mordvinova[1], Pavel A. Martyushov[2], Elena G. Martyushova[3], Galina V. Agafonova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] 2297935@gmail.com
[2] martyushovpa@m.usfeu.ru
[3] martyushovaeg@m.usfeu.ru
[4] agafonovagv@m.usfeu.ru

Abstract. As part of a research on the development cycles of hybrid forms of shrubs of the genus *Berberis* L. In the conditions of the Middle Urals, two-year phenological observations were carried out, which made it possible to determine the timing and dynamics of changes in phenophases.

Keywords: barberry, phenological observations, vegetation, phenological phases

For citation: Fenologicheskie nablyudeniya za kustarnikami roda *Berberis* L. botanicheskogo sada UGLTU "Ural`skij sad lechebny`x kul`tur imeni professora L. I. Vigorova" (USLK) [Phenological observations of genus *Berberis* L. shrubs at the botanical garden of the USFEU "Ural garden of medicinal crops named after professor L. I. Vigorov" (UGMC)] (2026) E. Yu. Mordvinova, P. A. Martyushov, E. G. Martyushova, G. V. Agafonova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 217–222. (In Russ).

Фенологические исследования растений проводятся в целях изучения их жизненного цикла, оптимальных сроков ухода, а также отбора наиболее устойчивых к изменениям климата растений, что способствует их эффективному использованию в озеленении и селекции в условиях Урала.

Изучение фенологических фаз предоставляет важную информацию о жизненном цикле растений из рода *Berberis* L., включая сроки цветения, плодоношения и начала листопада. Эти данные позволяют определить способность адаптации разных видов рода *Berberis* L. к климатическим условиям и сезонным изменениям, выявить оптимальные виды для озеленения общедоступной городской среды и частных территорий, а также спланировать мероприятия по их уходу.

В коллекции мемориального сада УСЛК произрастают гибридные формы – *Berberis tischleri* C. K. Schneid., *Berberis dictiophylla* Franch., *Berberis Thunbergii* DC., *Berberis japonica*, B. *heteropoda* Schrenki, *Berberis atrocarpa* C. K. Schneid, *Berberis thibetica* C. K. Schneid., *Berberis aristata* DC.), сорта –‘Барбарис бессемянный’ (селекция Мичурина, форма утрачена), ‘Барбарис черноплодный’ селекции И. В. Мичурина, ‘Виноградный’ селекции Л. И. Вигорова, и виды – *Berberis vulgaris* L., *Berberis sieboldii* Miq., *Berberis koreana* Palib.

Фенологические наблюдения проводили в течение двух лет. Период наблюдений в 2023 г. длился с 1 апреля по 23 октября, в 2024 г. – с 3 апреля по 10 октября.

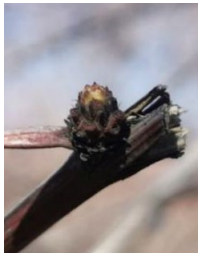
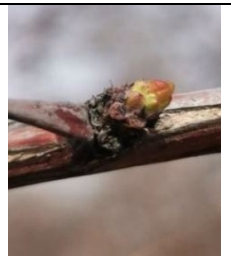
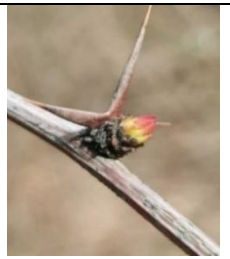
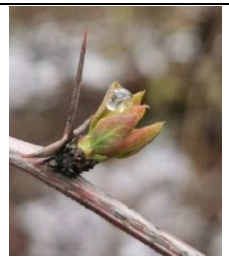
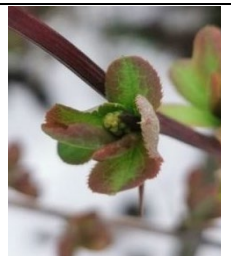
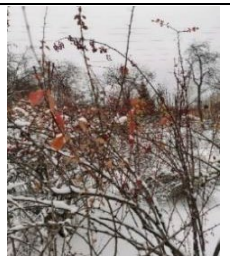
Описание велось по 14 фенологическим фазам: начало набухания почек, появление зеленого конуса, начало распускания почек, появление листа, полное раскрытие листа, начало бутонизации, начало цветения, начало роста вегетативного побега, начало завязывания плодов, начало созревания плодов, дата съемной зрелости, окрашивание листьев, начало опадения листьев, начало покоя [1]. Пример фотофиксации фенологических фаз у *Berberis koreana* Palib. представлен на рисунке.

При анализе данных было установлено, что в 2024 г. по отношению к данным 2023 г. наблюдается сдвиг дат начала фенологических фаз, что может указывать на влияние климатических факторов (табл. 1).

Таблица 1

Средние даты фенологических фаз (2023–2024 гг.)
для барбарисов УСЛК

Фаза	Средняя дата в 2023 г.	Средняя дата в 2024 г.	Разница
Набухание почек	7 апр	11 апр	+4д
Появление зеленого конуса	12 апр	16 апр	+4д
Распускание почек	21 апр	20 апр	–1д
Появление листа	29 апр	22 апр	–7д
Полное раскрытие листа	2 май	26 апр	–6д
Нач. бутонизации	7 май	9 май	+2д
Нач. цветения	22 май	3 июн	+12д
Нач. роста вегетативного побега	25 май	6 июн	+12д
Нач. завязывания плодов	3 июн	17 июн	+14д
Нач. созревания плодов	17 авг	18 авг	+1д
Дата съемной зрелости	12 сен	9 сен	–3д
Окрашивание листьев	20 сен	23 сен	+3д
1–й листопад	8 окт	4 окт	–4д
Начало покоя	23 окт	10 окт	–13д

1. Начало набухания почек 	2. Начало появления зеленого конуса 	3. Начало распускания почек 	4. Начало появления листа 
5. Начало полного раскрытия листа 	6. Начало бутонизации 	7. Начало цветения 	8. Начало роста вегетативных побегов 
9. Начало завязывания плодов 	10. Начало созревания плодов 	11. Дата съемной зрелости 	12. Начало окрашивания листьев 
	13. Начало опадения листьев 	14. Начало покоя 	

Фотофиксация фенологических наблюдений на примере *Berberis koreana* Palib.

В 2024 г. начало вегетации наблюдалось позже на 4–7 дней, вероятно, из-за прохладной весны. Фазы цветения и завязывания плодов сместились почти на 2 недели позже. Созревание плодов произошло практически в те же сроки, несмотря на позднее цветение, возможно, за счет более жарких весны и лета 2024 г. с экстремальными температурами в апреле (+28,6 °С) и в июне (+34,8 °С) (табл. 2). Переход в покой и опадание листьев в 2024 г. наступили раньше вследствие более раннего установления отрицательных температур в октябре: 10 октября температура опустилась до –3 °С [2].

Таблица 2

Температурные показатели (2022–2024 гг.) в г. Екатеринбурге

Месяц	2023 г.				2024 г.			
	Количество дней +t	Количество дней – t	t_{min}, °С (день)	t_{max}, °С (день)	Количество дней +t	Количество дней – t	t_{min}, °С (день)	t_{max}, °С (день)
Апрель	27	3	–11,4 (14 апр.)	22,8 (25 апр.)	29	1	–3,6 (7 апр.)	28,6 (20 апр.)
Май	31	–	–0,4 (9 мая)	32,7 (28 мая)	29	2	–3,9 (5 мая)	26,2 (25 мая)
Июнь	30	–	5,0 (12 июня)	34,2 (4 июня)	30	–	8,6 (30 июня)	34,8 (15 июня)
Июль	31	–	12,4 (16 июля)	40,0 (11 июля)	31	–	11,0 (28 июля)	32,4 (4 июля)
Август	31	–	6,9 (24 авг.)	31,6 (18 авг.)	31	–	8,8 (11 авг.)	25,7 (28 авг.)
Сентябрь	30	–	5,6 (6 сен.)	23,9 (25 сен.)	30	–	1,0 (26 сен.)	23,1 (9 сен.)
Октябрь	9	22	–9,4 (28 окт.)	18,6 (2 окт.)	27	4	–7,5 (13 окт.)	21,3 (8 окт.)

Отклонение дат фенологических фаз от средних данных характерно для *Berberis vulgaris* L. и гибридной формы *Berberis japonica*, у которых наблюдаются более ранние сроки начала вегетации и цветения. У гибридной формы *Berberis dictiophylla* Franch. и гибридной формы *Berberis aristata* DC. более поздние сроки начала вегетации. У гибридных форм *Berberis tischleri* C. K. Schneid, *Berberis dictiophylla* Franch., *Berberis Thunbergii* DC., *Berberis aristata* DC. отмечено продолжительное сохранение листьев без изменения окраски даже после заморозков.

Двухлетние исследования фенологии рода *Berberis* L. выявили важные показатели адаптации и вариабельности в условиях Среднего Урала. Полученные данные позволяют констатировать достаточную устойчивость коллекционных форм к климатическим изменениям региона и могут служить основой для подбора видов и форм для городского озеленения, учитывающих сезонные и климатические особенности.

Список источников

1. Фенологические исследования: история, методика, практика : материалы межрегиональной научно-методической конференции. Йошкар-Ола, 27–28 октября 2022 г. / отв. ред. Е. А. Гончаров. Йошкар-Ола : Поволж. гос. технол. ун-т, 2022. 128 с.

2. Погода и климат : [сайт]. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/forecast/28440.htm/ (дата обращения: 03.05.2025).

Научная статья
УДК 630.181

АНАЛИЗ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСОПАРКЕ ЛЕСОВОДОВ РОССИИ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Елена Евгеньевна Мухометжанова[1], Оксана Валерьевна Сычугова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mukhometzhanova@bk.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе рассматриваются результаты оценки санитарного состояния деревьев сосны в лесопарке Лесоводов России.

Ключевые слова: лесопарк, шкала категорий санитарного состояния деревьев, шкала определения санитарного состояния лесных насаждений

Для цитирования: Мухометжанова Е. Е., Сычугова О. В. Анализ санитарного состояния деревьев в лесопарке Лесоводов России города Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 223−226.

Original article

ANALYSIS OF THE SANITARY CONDITION OF TREES IN THE FOREST PARK OF RUSSIAN FORESTERS IN EKATERINBURG

Elena E. Mukhometzhanova[1], Oksana V. Sychugova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mukhometzhanova@bk.ru
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Abstract. The paper discusses the results of assessing the sanitary condition of pine trees in the forest park Russian foresters.

Keywords: forest park, scale of tree sanitary condition categories, scale for determining the sanitary condition of forest plantations

For citation: Mukhometzhanova E. E., Sychugova O. V. (2026) Analiz sanitarnogo sostoyaniya derev`ev v lesoparke Lesovodov Rossii g. Ekaterinburga [Analysis of the sanitary condition of trees in the forest park of Russian Foresters

© Мухометжанова Е. Е., Сычугова О. В., 2026

in Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 223–226. (In Russ).

Лесопарковые зоны в городской черте выполняют рекреационную функцию, способствуя отдыху, восстановлению здоровья и духовных сил населения [1]. Одним из ключевых факторов, определяющих рекреационную ценность таких территорий, является санитарное состояние древесных насаждений.

Ухудшение состояния деревьев под воздействием природных и антропогенных факторов может не только снизить эстетическую привлекательность, но и создать опасные для посетителей ситуации [2]. В связи с этим мониторинг и оценка санитарного состояния лесопарков являются важной составляющей их устойчивого развития [3]. Объектом данного исследования выступили деревья сосны лесопарка Лесоводов России. Сосна является для лесопарка преобладающей породой в древостоях.

Для санитарной оценки были отобраны учетные деревья сосны в насаждениях, примыкающих к основной пешеходной тропе лесопарка. Вдоль указанной тропы насаждения представлены чистыми сосновыми насаждениями разного возраста. Методика исследования включала визуальный осмотр деревьев и определение категорий санитарного состояния экземпляров – от здоровых (1 категория) до погибших (5 категория). Для оценки использовалась шкала санитарного состояния деревьев, установленная Постановлением Правительства РФ от 2020 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» [4]. Выполнен расчет средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев (таблица). Произведено фотографирование деревьев, что и позволило зафиксировать симптомы повреждений.

Санитарное состояние деревьев сосны

Категория санитарного состояния деревьев / процент от общего оцениваемых экземпляров					Средневзвешенная категория санитарного состояния деревьев
1 – здоровые без признаков ослабления	2 – ослабленные	3 – сильно ослабленные	4 – усыхающие	5 – погибшие	
35,5	35,1	20,6	0	8,8	2,12

В результате проведенного обследования было установлено, что в насаждениях одну треть деревьев составляют здоровые экземпляры, одна треть – это ослабленные, одна пятая – сильно ослабленные и менее 10 %

представлены погибшими деревьями. В качестве примера рассмотрим типичного представителя 3-й категории (сильно ослабленные). Такие деревья характеризуются активной стадией повреждения неблагоприятными факторами. У них наблюдается ажурная, слабо развитая крона, светло-зеленая хвоя, слабый прирост. Наличие усыхающих ветвей (от 25 до 50 % кроны), суховершинность, плодовые тела трутовых грибов и значительные механические повреждения ствола являются типичными признаками для этой группы.

Для общей оценки санитарного состояния лесных насаждений был произведен расчет средневзвешенной категории. Показатель составил 2,12. Данную величину использовали для определения санитарного состояния лесных насаждений, которая характеризуется как ослабленные лесные насаждения [4]. Ухудшение санитарного состояния напрямую влияет на рекреационную роль лесопарка. Ослабленные деревья теряют эстетическую привлекательность, а наличие сухостоя и аварийных деревьев создает угрозу безопасности для посетителей [5].

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. В результате проведенного обследования территории лесопарка было установлено, что в насаждениях преобладают деревья с признаками ослабления. Анализ распределения деревьев по категориям санитарного состояния показал значительную долю ослабленных и сильно ослабленных экземпляров.

2. Рассчитанная средневзвешенная категория санитарного состояния лесных насаждений вдоль центральной тропы лесопарка Лесоводов России соответствует статусу ослабленные.

3. В связи с выявленной ситуацией для улучшения санитарного состояния и рекреационных качеств лесопарка необходим комплекс мероприятий. В качестве рекомендаций по улучшению состояния лесопарка необходимы следующие мероприятия: уборка погибших деревьев, борьба с вредителями и болезнями; санитарные мероприятия; создание оптимальных условий для роста.

Реализация предложенных мер будет способствовать благоприятным условиям для роста, улучшению санитарного состояния лесопарка и повышению его рекреационной привлекательности.

Список источников

1. Лукьянова Л. Г., Цыбух В. И. Рекреационные комплексы / под общ. ред. В. К. Федорченко. Киев : Вища шк., 2004. 346 с.

2. Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н. Рекреационные леса. М. : Лесн. пром-сть, 1977. 96 с.

3. Рекреационный потенциал насаждений парка «Березовая роща»

в г. Екатеринбурге / И. В. Шевелина, Т. С. Воробьева, А. В. Суслов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 4 (79). С. 49. URL: https://usfeu.ru/media/filer_public/65/30/6530d282-5b8d-4c29-9e05-8ec26ecb74ee/lesa_4_2021_1_merged.pdf (дата обращения: 15.10.2025).

4. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/ (дата обращения: 19.10.2025).

5. Астафьева О. М., Астафьев А. М**.** Оценка санитарного состояния сосняков в условиях атмосферного загрязнения. 2023. № 4 (87). С. 63. URL: https://usfeu.ru/media/filer_public/a1/91/a1918918-2aa5-4abb-87bf-845427e30497/zhurnal_04_2023_merged.pdf (дата обращения: 15.10.2025).

Научная статья
УДК 712.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ШИШИМСКАЯ ГОРКА»

Дарья Олеговна Нахтигаль[1], Наталия Анатольевна Башегурова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] d.nahtigal@yandex.ru
[2] pihtovnikovana@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается благоустройство, озеленение и его роль на территории жилого комплекса «Шишимская горка». Показано влияние автотранспорта и рекреационной нагрузки на объект, а также представлены рекомендации по улучшению текущего состояния ЖК.

Ключевые слова: экологический баланс, озеленение жилых комплексов, городское озеленение, рекреационная нагрузка

Для цитирования: Нахтигаль Д. О., Башегурова Н. А. Экологический баланс территории жилого комплекса «Шишимская горка» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 227−231.

Original article

ECOLOGICAL BALANCE OF THE TERRITORY OF THE RESIDENTIAL COMPLEX “SHISHIMSKAYA GORKA”

Daria O. Nakhtigal[1], Natalia A. Basheguro va[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] d.nahtigal@yandex.ru
[2] pihtovnikovana@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines municipal improvement, landscaping, and its role within the “Shishimskaya Gorka” residential complex. The influence of vehicle emissions and recreational load on the facility is shown, and recommendations for improving the current condition of the residential complex are presented.

© Нахтигаль Д. О., Башегурова Н. А., 2026

Keywords: ecological balance, landscaping of residential complexes, urban landscaping, recreational load

For citation: Nakhtigal D. O., Bashegurova N. A. (2026) E'kologicheskij balans territorii zhilogo kompleksa "Shishimskaya gorka" [Ecological balance of the territory of the residential complex "Shishimskaya gorka"]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 227–231. (In Russ).

Городские зеленые насаждения являются важной составляющей частью любого города, улучшая качество воздуха, очищая его от пыли и загрязняющих веществ, поглощая выбросы CO_2, а также способствуя снижению уровня шума и регулируя температурный режим. Помимо этого, зеленые насаждения оказывают благоприятное воздействие на психологическое и физическое здоровье человека. Уже неоднократно доказано, что общение с природой снижает уровень стресса и тревожности. Также стоит отметить, что городские парки и озелененные дворовые пространства способствуют повышению социальной активности, общению, улучшению когнитивных процессов. Но для достаточного выполнения всех перечисленных функций зеленых насаждений нужно учитывать экологический баланс отдельных территорий [1].

Объектом исследования стал жилой комплекс «Шишимская горка» (ул. Мраморская, д. 6), расположенный в районе Уктуса (Чкаловский район г. Екатеринбурга). Особенностью района является его рельеф – это одна из самых высоких точек города, откуда открываются панорамные виды. Также характеризуется наличием крупного лесопарка. Инфраструктура района представлена медицинскими центрами, школами и детскими садами, магазинами и кафе, расположенными рядом торговым центром «Глобус», строящимся ТРЦ «Золотой», аквапарком «Лимпопо», горнолыжным комплексом «Уктус» и т. д. [2]. Исходя из этого, уже можно сделать вывод, что исследуемый район достаточно перспективный, а поддержание отдельных озелененных участков уже сейчас должно стать приоритетной задачей в связи с ростом количества населения.

Площадь самого комплекса – около 1,2 га, площадь придомовой территории – около 0,3 га.

Для оценки рекреационной нагрузки на придомовую территорию жилого комплекса были произведены подсчеты посетителей в разное время суток: утром, днем и вечером (табл. 1).

Наиболее активными пользователями двора оказались взрослые и молодежь, которые используют пространство для прогулок и отдыха, а также выгула домашних животных.

Таблица 1

Количество посетителей территории с 9:00 до 19:00

Категории прохожих	Общее количество
Дети	98
Молодежь	114
Взрослые	265
Пенсионеры	70
Владельцы собак	46
Итого	593

На территории двора можно выделить следующие функциональные зоны: игровые зоны для детей, места отдыха с лавочками, а также прогулочные дорожки вдоль дома. Благодаря закрытой планировке двора движение людей безопасно и не пересекается с машинами (рис. 1).



Рис. 1. Функциональное зонирование придомовой территории ЖК «Шишимская горка»

Планирование пространства и продуманное благоустройство делают двор удобным для всех возрастных категорий, создавая безопасную и уютную среду. А за счет грамотного распределения функциональных зон территория менее подвержена негативным последствиям рекреационной нагрузки.

Также был проведен расчет количества автотранспорта, проезжающего за 1 ч (табл. 2).

Подсчет автотранспорта показал, что основную часть движения составляют легковые автомобили – 92 % от общего количества. Концентрация окиси углерода (CO) составила 13,82 мг/м^3, что превышает ПДК почти

в 2 раза [3]. Исходя из этого, можно рекомендовать установку фильтров на автомобили, а также добавление защитных посадок или установку специальных ограждений.

Таблица 2

Основные категории автотранспорта на придомовой территории

Тип транспорта	Общее количество за 1 ч, шт.	Доля, %
Легковой	360	0,92
Автобус	2	0,005
Средний грузовой	8	0,02
Легкий грузовой	20	0,05
Всего	390	100

Элементы благоустройства находятся в удовлетворительном состоянии: некоторые лавочки и урны требуют ремонта, частично необходимо обновить покрытия детской площадки (рис. 2). Газонное покрытие в хорошем состоянии, осуществляется своевременный уход. Озеленение двора достаточное, но вдоль дорог рекомендуется дополнительно высадить кустарники и декоративные растения.

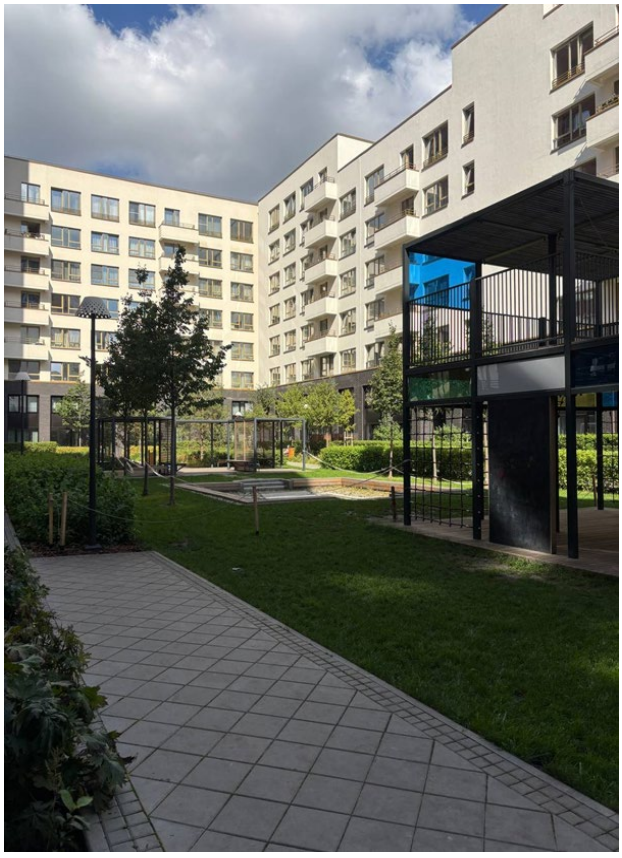


Рис. 2. Благоустройство внутренней части двора

Придомовая территория ЖК «Шишимская горка» является комфортным местом для отдыха всех категорий жителей. Благодаря функциональному зонированию и достаточному озеленению сохраняется экологический баланс. Пространство активно используется жителями и их гостями для прогулок, активных игр, отдыха с детьми и питомцами. Регулярный уход за растениями, уборка территории позволяют поддерживать эстетический облик двора и обеспечивать безопасность для жителей.

Рекомендации для улучшения территории включают регулярное поддержание зеленых насаждений, посадку защитных кустарников вдоль дорог, ремонт и окраску лавочек и урн, обновление некоторых участков покрытия детской площадки и информирование жителей о поддержании порядка, а также проведение мероприятий для снижения выбросов от автотранспорта. Эти меры помогут сделать двор еще более привлекательным, безопасным и комфортным для всех жителей.

Список источников

1. Принципы формирования подхода к благоустройству озелененных пространств Екатеринбурга / Л. А. Банникова, А. В. Хриченков, А. Г. Бурцев [и др.] // Лесной вестник. 2022. Т. 26, № 6. С. 106–113.

2. Шишимская горка // Ekaterinburg.brusnika : [сайт]. URL: https://ekaterinburg.brusnika.ru/projects/shishimskaya-gorka/ (дата обращения: 12.11.2025).

3. Некрасова Л. С. Общая экология. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 67 с.

Научная статья
УДК 630*53, 630*187, 630*228

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Данил Алексеевич Невзоров[1], **Ирина Сергеевна Сальникова**[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] danilnewzoroff@yandex.ru
[2] salnikovais@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследование строения сосновых древостоев разного происхождения с применением редукционных чисел показало минимальные различия по таксационным показателям. Статистический анализ не выявил достоверных различий между искусственными и естественными насаждениями в ягодниковом и разнотравном типах леса.

Ключевые слова: строение древостоев, искусственные насаждения, сосна обыкновенная, редукционные числа

Для цитирования: Невзоров Д. А., Сальникова И. С. Исследование строения сосновых древостоев искусственного и естественного происхождения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 232−235.

Original article

RESEARCH OF THE STRUCTURE OF ARTIFICIAL AND NATURAL ORIGIN PINE FOREST STANDS

Danil A. Nevzorov[1], Irina S. Salnikova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] danilnewzoroff@yandex.ru
[2] salnikovais@m.usfeu.ru

Abstract. A research of the structure of pine forest stands of different origins using reduction numbers showed minimal differences in taxation indicators. Statistical analysis did not reveal any significant differences between artificial and natural plantations in berry and herbaceous forest types.

***Keywords*:** stand structure, artificial plantations, Scots pine, reduction number

© Невзоров Д. А., Сальникова И. С., 2026

For citation: Nevzorov D. A., Salnikova I. S. (2026) Issledovanie stroeniya sosnovy'x drevostoev iskusstvennogo i estestvennogo proisxozhdeniya [Research of the structure of artificial and natural origin pine forest stands]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 232–235. (In Russ).

Исследование и моделирование строения древостоев, их компонентов и идеи их обобщения представляют собой теоретические концепции и фундамент для создания методов оценки и учета лесных ресурсов и лесосечного фонда. Также широко применяются знания о строении при изучении товарной структуры лесных участков и проведении лесоустроительных работ.

Важным фактором является разнообразие диаметров деревьев, особенно в естественных сосняках. Исследования показывают, что искусственные насаждения со временем опережают естественные по высоте и запасам [1]. К возрасту спелости искусственные древостои сохраняют преимущества в запасах на 1 га на 17,9 % больше по сравнению с естественными. Это связано с их более быстрым ростом в молодом возрасте, но различия сглаживаются по мере старения [2].

Целью наших исследований являлось изучение и анализ строения сосновых древостоев искусственного и естественного происхождения по четырем таксационным показателям: диаметру, высоте, площади поперечного сечения и объему ствола. Для этого было заложено две пробные площади в сосняке ягодниковом (далее – Сяг) и сосняке разнотравном (далее – Сртр) искусственного происхождения. На пробных площадях были проведены сплошной перечет и подбор учетных деревьев, у которых был измерен диаметр и высота. Для сравнения с полученными измерениями из базы данных кафедры лесной таксации и лесоустройства были взяты данные сплошного перечета с учетными деревьями из естественных сосновых древостоев того же класса возраста и типа леса (таблица).

Таксационное описание пробных площадей

Происхождение	Тип леса	Бонитет	Состав	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Абс. полнота, $м^2$	Густота, шт./га	Отн. полнота	Запас, $м^3$
Искусственное	Сртр	Ia	10С	61	23	25,1	6,50	924	1	70
	Сяг	I	10С	67	24,4	24,9	6,52	927	1	69
Естественное	Сртр	II	8,7С1, 2Б 0,1Е	76	22,8	22,7	9,51	328	0,96	96
	Сяг	III	9,2С 0,8Б	74	18,7	20,6	6,12	1244	0,89	58

По результатам вычислений редукционных чисел для каждой пробной площади были построены графики строения древостоев по исследуемым таксационным показателям. Диаграмма зависимости редукционных чисел и рангов диаметров деревьев приведена на рис. 1.

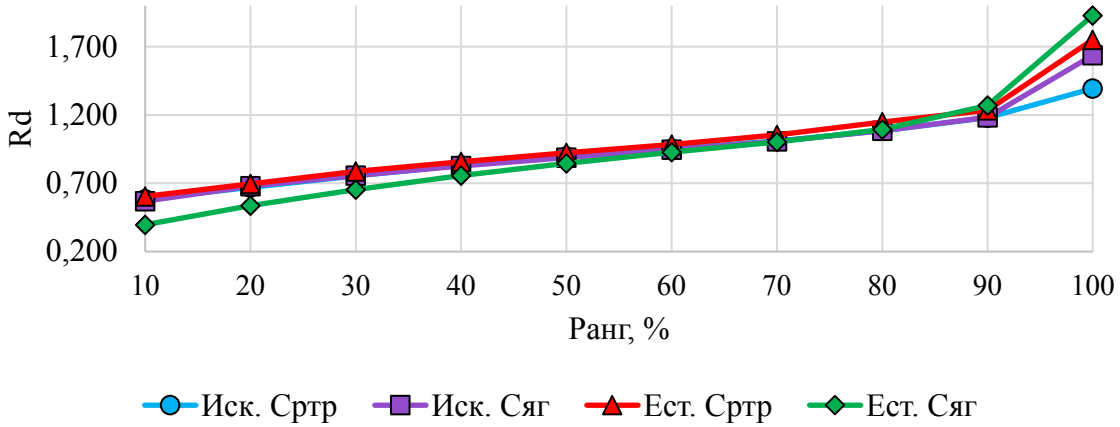


Рис. 1. Зависимость редукционных чисел и рангов по диаметру деревьев в сосняках разного происхождения и типа леса

На графике видно, что редукционные числа сосняков искусственного происхождения почти идентичны и расхождения наблюдаются только на уровне 100-го ранга. При сравнении древостоев по происхождению в отдельном типе леса редукционные числа в Сртр естественного происхождения немного выше, чем в искусственном, но в целом очень схожи. В случае Сяг искусственный древостой имеет лучшие показатели, чем естественный, до 60-го ранга, затем на 60–80-х рангах они идентичны, и с 80-го ранга Сяг естественного происхождения начинает превосходить искусственный.

Строение по высоте в древостоях искусственного происхождения в исследуемых типах леса также почти не отличается (рис. 2).

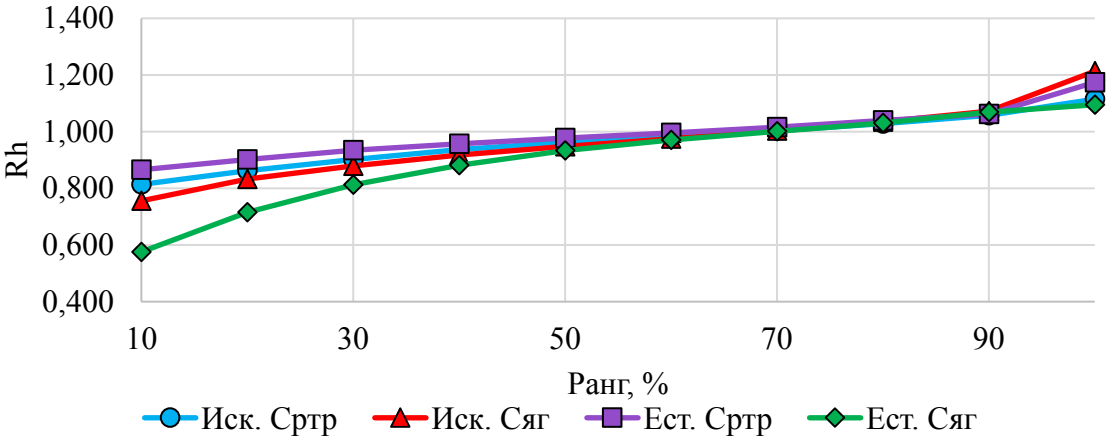


Рис. 2. Зависимость редукционных чисел и рангов по высоте деревьев в сосняках разного происхождения и типа леса

В типе леса Сртр различие строения по высоте в древостоях искусственного и естественного происхождения наблюдается с 10-го до 50-го ранга. В Сяг различие по высоте в насаждениях искусственного и естественного происхождения повторяет аналогичные тенденции, что и в строении по диаметру.

По площади сечения и объему строение древостоев очень схоже. Сосняки естественного происхождения имеют большие значения площади сечения и объемов в рангах 80–100 %. К возрасту спелости искусственные древостои сохраняют преимущества в запасах на 1 га на 17,9 % больше по сравнению с естественными [2]. Это связано с их более быстрым ростом в молодом возрасте, но различия сглаживаются по мере старения.

В работе А. Е. Осипенко и С. В. Залесова [3] сделан вывод, что естественные древостои производят больше крупномерной древесины на поздних стадиях роста, тогда как искусственные насаждения остаются более однородными. Наше исследование подтвердило эту тенденцию, но также выявило, что различия в запасах между древостоями начинают проявляться значительно раньше, что, вероятно, связано с интенсивностью лесохозяйственных мероприятий, применяемых в исследуемых районах.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что вне зависимости от типа леса и происхождения в исследуемых сосновых древостоях строение по всем рассмотренным таксационным показателям (диаметру, высоте, площади поперечного сечения и объему) практически идентично, что подтверждается недостоверностью различий по критерию Стьюдента. Объясняется это схожестью условий местопроизрастания и близостью древостоев на исследуемых пробных площадях по густоте и относительной полноте.

Список источников

1. Итешина Н. М., Данилова Л. Н., Петров Л. В. Рост и строение сосновых древостоев в различных лесорастительных условиях // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение : материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ижевск, 2011. Т. 1. С. 265–267.

2. Костышов В. В., Соловьев В. М. Строение и формирование сосновых молодняков искусственного происхождения на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2016. № 143. С. 59–61.

3. Осипенко А. Е., Залесов С. В. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. 2018. № 50. С. 85–91.

Научная статья
УДК 712.4.01

МНОГООБРАЗИЕ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Екатерина Сергеевна Никитина[1], Мария Евгеньевна Денисова[2], Татьяна Борисовна Сродных[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kantien99@gmail.com
[2] Denisovame@yandex.ru
[3] tata.srodnykh@mail.ru

Аннотация. В работе исследуется многообразие форм элементов ландшафтной архитектуры в озеленении г. Екатеринбурга. На смену классическим формам приходят новые геометрические композиции. Определен основной ассортимент современных элементов ландшафтной архитектуры.

Ключевые слова: озеленение, ландшафтная архитектура, ассортимент, формы растений

Для цитирования: Никитина Е. С., Денисова М. Е., Сродных Т. Б. Многообразие современных форм элементов ландшафтной архитектуры в Екатеринбурге // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 236−240.

Original article

THE VARIETY OF MODERN FORMS OF ELEMENTS LANDSCAPE ARCHITECTURE IN EKATERINBURG

Ekaterina S. Nikitina[1], Maria E. Denisova[2], Tatyana B. Srodnykh[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kantien99@gmail.com
[2] Denisovame@yandex.ru
[3] tata.srodnykh@mail.ru

Abstract. The paper explores the variety of forms of landscape architecture elements in the landscaping of the city of Ekaterinburg. Classical forms are being replaced by new geometric compositions. The main range of modern elements of landscape architecture is defined.

Keywords: landscaping, landscape architecture, assortment, plant forms

© Никитина Е. С., Денисова М. Е., Сродных Т. Б., 2026

For citation: Nikitina E. S., Denisova M. E., Srodnykh T. B. (2026) Mnogoobrazie sovremennyh form elementov landshaftnoj arhitektury v Ekaterinburge [The variety of modern forms of elements landscape architecture in Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 236–240. (In Russ).

В современном озеленении городов в России и за рубежом находят применение как классические, так и новые формы элементов ландшафтной архитектуры. Регулярные элементы, такие как аллеи и живые изгороди, наиболее часто используются в уличном озеленении. Массивы, рощи, древесно-кустарниковые группы, активно использовавшиеся с XVIII в., не теряют популярности в парках и скверах. Новые формы зачастую являются видоизмененными историческими типами насаждений – аллей, живых изгородей, боскетов.

На протяжении XX в. в ландшафтной архитектуре постепенно произошло формирование новой системы композиционных приемов, посредством которых создается новый тип пространственной организации как частных садов, так и объектов городского озеленения. Новые типы элементов ландшафтной архитектуры и пространственной организации выражаются в открытых асимметричных, динамически уравновешенных полицентрических композициях, восходящих к живописным работам супрематистов [1].

Цель исследования состояла в изучении многообразия форм элементов ландшафтной архитектуры в озеленении г. Екатеринбурга. Задачи: произвести визуальный осмотр старых и новых объектов озеленения, в том числе территорий жилых комплексов; определить основные формы элементов ландшафтной архитектуры, выделить среди них новые и ассортимент растений.

Современные принципы благоустройства жилых территорий основаны на комплексном подходе к проектированию и организации новых типов жилых комплексов, которые меняют городской пейзаж. Они включают деликатную интеграцию в существующую среду, создание целостного архитектурного облика, формирование качественных открытых пространств, разработку продуманных стратегий озеленения, а также обеспечение свободы использования и доступности среды [2]. Так, наиболее прогрессивные и интересные формы элементов ландшафтной архитектуры встречаются на реконструируемых территориях, таких как Бульварная лента (бывшая территория парка Коммунаров), набережная реки Исеть в границах улиц Малышева – Куйбышева, УГМК-Арена и в уличном озеленении современных жилых комплексов – «Форум-сити», «Клевер-парк», «Екатерининский парк», «Архитектон» и т. д.

Многие элементы ландшафтной архитектуры отличаются геометричностью и четкостью форм. Доминируют модули, низкие боскеты, стриженные живые изгороди. Особенно ярко в Екатеринбурге такие элементы проявляются на открытых территориях «Клевер-парка» и «Форум-сити», где современные формы поддерживают архитектуру зданий (рис. 1).



Рис. 1. Модули в озеленении прилегающей
территории ЖК «Форум-сити»

Кустарники преобладают над деревьями по частоте использования. Ассортимент разнообразен, чаще всего используются кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.), спирея японская разных сортов (*Spiraea japonica* L.f.), сосна горная (*Pinus mugo* Turra), гортензия метельчатая, дерен белый. Среди деревьев – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и яблоня Рудольф (*Malus x hybrida* Rudolph).

Кроме четких форм, часто используются массивы кустарников различных форм и даже в цветниках присутствуют кустарники в качестве солитеров, бордюров и массивов в составе большого миксбордера. Эти приемы используются при оформлении скверов, парков, а также при создании придорожных газонных полос во Франции и других западных странах [3]. На набережной Исети есть участки с таким газоном, а также в ЖК «Екатерининский парк» и на территории Бульварной ленты (рис. 2).

Массивы листопадных цветущих кустарников имеют ряд преимуществ: они создают объем, во время цветения выполняют декоративную функцию, за счет интересных форм сохраняют декоративность в зимнее время. Массивы хвойных имитируют газоны в зимнее время.

Современные живые изгороди часто имеют свободную форму, например, из рябинника рябинолистного (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun), в «Екатерининском парке» живые изгороди средней высоты из дерена белого (*Cornus alba* L.) высаживаются в виде массивов, имеющих плавные извилистые формы, повторяющие геопластику ландшафта.



Рис. 2. Массив в составе миксбордера из сосны горной
на Бульварной ленте

Менее популярными в современном озеленении являются зеленые стены из шпалер, берсо, партеры из кустарников, деревья с четкой стриженой формой крон и лабиринты. Однако следует отметить, что партеры из стриженых кустарников с хорошо подобранным ассортиментом могут быть очень декоративны (рис. 3).



Рис. 3. Партер из спиреи японской в сквере
у Управления Свердловской железной дороги

Для партеров используются разные сорта спиреи японской (*Spiraea japonica* L.f.), для шпалерной посадки – вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia* Jacq.), для стрижки в форме кубов и берсо используют липу мелколистную (*Tilia cordata* Mill.), рябину обыкновенную (*Sorbus aucuparia* L.). Лабиринт выполнен из боярышника сливолистного (*Crataegus prunifolia Sarg.*).

Среди разнообразия новых форм объемных элементов озеленения есть трудно поддающиеся классификации. В этом ряду можно выделить сложные живые изгороди, массивы кустарников в виде модулей и газонов разнообразной формы и высоты, модифицированные боскеты. Современные элементы озеленения в большинстве и декоративны, и функциональны. Они подчеркивают геометризм и архитектуру зданий либо особенности рельефа, изгибы водоемов, обеспечивая связь урбанизированной среды и природных компонентов. Ассортимент новых элементов в основном представлен хорошо известными в городском озеленении видами: кизильником блестящим, спиреей японской, сосной горной, дереном белым, гортензией метельчатой, липой мелколистной. В перспективе можно расширить ассортимент видами растений, которые незаслуженно забыты: это акация желтая, вяз мелколистный, виды и, возможно, декоративные формы боярышников, облепиха крушиновидная, миндаль низкий, ирга колосистая, пятилисточник кустарниковый (курильский чай), роза морщинистая.

Список источников

1. Дормидонтова В. В. Техноцентризм и экоцентризм в ландшафтной архитектуре XX–XXI веков // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2019. № 1. С. 37–43.

2. Виноградова Н. Г., Адрицкая Н. А. Формирование комфортной жилой среды при озеленении и благоустройстве придомовой территории современных жилых комплексов // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург – Пушкин, 24–26 марта 2021 г. Ч. 1. СПб. : СПб. гос. аграрн. ун-т, 2021. С. 94–97.

3. Кудряшова А. В., Сродных Т. Б. Новые приемы в озеленении Екатеринбурга. Эстетические и экологические аспекты // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 292–294.

Научная статья
УДК 635.925

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ДЕКОРАТИВНОСТЬ ЦВЕТКОВ ЯБЛОНЬ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ЕКАТЕРИНБУРГА

Кристина Павловна Новоселова[1], Алексей Сергеевич Клинов[2], Татьяна Ивановна Фролова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] krisvspcv@mail.ru
[2]alexklinov2002@gmail.com
[3] frolovati@m.usfeu.ru

Аннотация. Работа включает в себя анализ цветков яблони на восьми объектах озеленения г. Екатеринбурга. Были зафиксированы показатели длины и ширины лепестков венчика и отмечена определенная изменчивость.

Ключевые слова: яблоня гибридная, цветки яблони, венчик

Для цитирования: Новоселова К. П., Клинов А. С., Фролова Т. И. Изменчивость и декоративность цветков яблонь в озеленении Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 241−246.

Original article

VARIABILITY AND DECORATIVENESS OF APPLE TREE BLOSSOMS IN THE LANDSCAPING OF THE CITY OF EKATERINBURG

Kristina P. Novoselova[1], Alexey S. Klinov[2], Tatiana I. Frolova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] krisvspcv@mail.ru
[2] alexklinov2002@gmail.com
[3] frolovati@m.usfeu.ru

Abstract. The research included an analysis of apple tree blossoms at eight green spaces in Ekaterinburg. The length and width of the corolla petals were recorded, and a certain degree of variability was noted.

Keywords: hybrid apple tree, apple tree blossoms, corolla

© Новоселова К. П., Клинов А. С., Фролова Т. И., 2026

For citation: Novoselova K. P., Klinov A. S., Frolova T. I. (2026) Izmenchivost' i dekorativnost' czvetkov yablon' v ozelenenii g. Ekaterinburga [Variability and decorativeness of apple tree blossoms in the landscaping of the city of Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 241–246. (In Russ).

В нашей работе представлена информация о степени декоративности яблонь, произрастающих в отдельных районах г. Екатеринбурга, на примере изменчивости и полиморфизма венчиков цветков. Именно эта характеристика является основным критерием востребованности их использования в условиях Среднего Урала при выборе ассортимента для озеленения территории.

Одной из наиболее распространенных пород древесных растений в озеленении Екатеринбурга можно выделить растения рода *Malus*. Декоративные насаждения из яблони гибридной (*Malus hybridus*) привлекают разнообразием своих соцветий, их цветом, размером венчика, периодом образования цветков и непосредственно цветением. Это определяет внешний облик дерева и создает уникальную окружающую обстановку. В основном разнообразие декоративных яблонь, по мнению многих авторов, сформировалось в результате успешного процесса гибридизации яблони Недзвецкого [1]. Отмечая климатические особенности Среднего Урала при подборе ассортимента для озеленения города, учитывают в первую очередь зимостойкость и морозоустойчивость растения. Одинаково важным признаком декоративной яблони является наличие плодов, но при подборе видов и сортов для озеленения общественных мест необходимо учитывать размер плодов, который не должен превышать двух сантиметров в диаметре.

Еще один немаловажный фактор – устойчивость к фитопатологическим, энтомологическим условиям и другим факторам среды. Особенной ценностью является высокий уровень альбедо у яблонь. При высоком альбедо дерево получает лучшую защиту от перегрева за счет отражения солнечной энергии, что может влиять на температуру листьев и общее состояние растения.

Настоящая работа посвящена описанию и анализу особенностей цветков, собранных в активный период цветения за 2025 г., с целью оценки их декоративного потенциала и выявления их индивидуальных особенностей. Всего было выделено восемь участков с наиболее привлекательными насаждениями: сквер Еремина, яблони по ул. Малышева, в сквере ЮНЕСКО, около кинотеатра «Космос», в Железнодорожном районе, сквере генерала Грачева и др.

Образцы для анализа были собраны с растений, которые произрастают на территориях общего пользования, в основном в скверах, в различных

видах посадки: аллеи, рядовые посадки, групповые посадки, солитеры, массив из деревьев. Проходящие мимо люди с вероятностью 95 % останавливаются для того, чтобы полюбоваться цветением яблонь. При отборе ключевое значение имеет окрас цветка. Были выбраны наиболее привлекательные экземпляры. Изменения в окраске цветков яблони больше обусловливаются их генетической изменчивостью или почвенными условиями. В растениях на окрас листьев больше влияют антоцианы, они задают окраску цветкам растения.

Кроме выявления особенностей декоративности венчиков, было проведено исследование по изменчивости длины и ширины лепестков венчика. Данные сравнили с исследованиями других авторов [1]. В таблице представлены отдельные статистические показатели длины и ширины лепестков.

Отдельные статистические показатели венчика цветков яблонь, произрастающих в Екатеринбурге

Номер формы и объект озеленения	Длина лепестков венчика, мм	Ширина лепестков венчика, мм
1. Яблони в сквере Еремина	30 (белые)	43 (белые)
2. Яблони за кинотеатром «Космос» на ул. Николая Никонова	25 (белые)	44 (белые)
3. Яблони у дома Севастьянова	40 (розовые)	53 (розовые)
4. Яблони на ул. Малышева	35 (белые)	55 (белые)
5. Яблони на ул. Мельковской	30 (пурпурные)	50 (пурпурные)
6. Яблони в сквере ЮНЕСКО	25 (15 белые)	50 (розовые), 30 (белые)
7. Яблони в Железнодорожном районе	40 (розовые)	50 (розовые)
8. Яблони в сквере генерала Грачева	30 (пурпурные), 15 (белые)	45 (пурпурные), 35 (белые)
Средние показатели	24 (белые), 35 (розовые), 30 (пурпурные)	41,4 (белые), 51 (розовые), 47,5 (пурпурные)

Из данных таблицы видно, что длина лепестков венчика варьирует в пределах от 25 до 40 мм, а ширина – от 30 до 55 мм. Яблони у дома Севастьянова и в Железнодорожном районе имеют наибольшую длину лепестков венчика – 40 мм, а у яблонь на ул. Малышева отмечена наибольшая ширина лепестков венчика – 53 мм. Различия в морфологических параметрах венчика в первую очередь объясняются различной сортовой принадлежностью экземпляров, а также могут быть признаком различного возраста и влияния окружающей среды на жизненное состояние растений. На части объектов встречается более одного сорта яблони (рис. 2), в то время как на других – монопосадки из одного сорта (рис. 3).

На рис. 1–3 представлены фотографии исследуемых объектов и, как видно, изменчивость и декоративность варьируют и, вероятно, зависят

от множества факторов. Данное предположение является основой для продолжения исследований и оценки сортового и видового разнообразия деревьев на исследуемых территориях.



Рис. 1. Яблони в сквере ЮНЕСКО



Рис. 2. Яблони на ул. Малышева

На рис. 3 представлены фотографии гербарных материалов венчиков цветков яблонь, используемых для статистического анализа.



А) Цветки в сквере Еремина



Б) Цветки за кинотеатром «Космос», ул. Николая Никонова



В) Цветки у дома Севастьянова



Г) Цветки на ул. Малышева



Д) Цветки на ул. Мельковской



Е) Цветки в сквере ЮНЕСКО



Ж) Цветки в сквере ЮНЕСКО



З) Цветки в Железнодорожном районе



И) Цветки в сквере генерала Грачева

Рис. 3. Разнообразие окраски венчиков цветков яблонь, произрастающих в центральной части г. Екатеринбурга

Данные исследования были вдохновлены большим количеством работ ученых г. Екатеринбурга и Уральского государственного лесотехнического университета, в частности по оценке декоративности и обоснования успешности использования растений рода *Malus* в озеленениях городов Среднего Урала. У исследуемых нами объектов окраска венчиков варьирует от белого

до нежно-розового и пурпурного. Такое разнообразие окраски может быть объяснено несколькими причинами: низкими температурами в ночное время суток, УФ-излучением, стрессами и элементами питания [2]. Это подтверждает все предыдущие исследования и дает дополнительное обоснование для включения декоративных яблонь в озеленение городов. В суровых климатических условиях растения рода *Malus* помогают создавать привлекательные насаждения на городских объектах различного пользования.

Список источников

1. Кожевников А. П., Егоров Р. В. Внутривидовые формы краснолистных таксонов яблони в озеленении г. Екатеринбурга // Актуальные направления развития АПк : Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения проф., д-ра с.-х. наук, засл. агронома РСФСР Юриной Анны Васильевны, 28–30 ноября 2019 г. Екатеринбург, 2020. С. 74–78.

2. Головко Т. К. Антоцианы растений: структура, регуляция биосинтеза, функции, экология // Физиология растений. 2023. Т. 70, № 7. С. 701–714. DOI: 10.31857/S0015330323600547 EDN ZFCNFX

Научная статья
УДК 635.925

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ЯПОНСКИХ САДОВ В УСЛОВИЯХ УРАЛА

Алена Романовна Петреник[1], Татьяна Ивановна Фролова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический Университет, Екатеринбург, Россия
[1] petrenik.alena@gmail.com
[2] frolovati@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность создания японского сада на Урале. Представлены эскизы проектов и возможный ассортимент растений, устойчивых к уральскому климату.

Ключевые слова: японский сад, Урал

Для цитирования: Петреник А. Р., Фролова Т. И. К вопросу о создании японских садов в условиях Урала // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 247−251.

Original article

ON THE ISSUE OF CREATING JAPANESE GARDENS IN THE URALS CONDITIONS

Alyona R. Petrenik[1], Tatiana I. Frolova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] petrenik.alena@gmail.com
[2] frolovati@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the possibility of creating a Japanese garden in the Urals. It presents sketches of the projects and a possible range of plants that are resistant to the Urals climate.

Keywords: japanese garden, the Urals

For citation: Petrenik A. R., Frolova T. I. (2026) K voprosu o sozdanii yaponskix sadov v usloviyax Urala [On the issue of creating of japanese gardens in the Urals conditions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu

© Петреник А. Р., Фролова Т. И., 2026

Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 247–251. (In Russ).

В современном мире, перегруженном информацией и стрессом, растет интерес к местам отдыха, направленным на достижение гармонии и созерцательность [1]. Японский сад – это целостная философская система, воплощенная в камне, воде и растениях. Создание такого объекта на Урале отвечает запросу общества на места для релаксации и эстетического удовольствия, а также обогащает культурный ландшафт региона, делая его более разнообразным и привлекательным.

Японский сад формировался под влиянием синтоизма, заключавшегося в обожествлении природы и наделении ее объектов символизмом, и дзен-буддизма, в основе которого идеи о минимализме, медитации, гармонии с природой и простоте.

Два основных элемента японского сада – камни и вода. Они символизируют горы и моря. В то время как вода может быть изображена в технике сухого пейзажа с помощью гальки или песка, наличие камней в саду необходимо. Растения подбираются таким образом, чтобы в полной мере раскрыть смену сезона и его красоту. Большую часть времени сад остается монохромным, но весной акцентом становятся цветущие сакуры, осенью – красные и желтые цвета листьев, а зимой красивая форма обнаженных ветвей подчеркивается лежащим на них снегом. Нередко в саду можно встретить такие элементы, как каменные фонари и дорожки, мостики, водные устройства [2].

Существует устойчивое мнение, что японский сад может существовать только в своем естественном ареале – мягком климате Японии. Но суть сада – не в конкретных растениях, а в философии и принципах его организации. И его философию можно выразить, используя уральские материалы и флору. Это не просто перенос чужеродного объекта, а глубокое осмысление и творческая адаптация японской эстетики и философии к уральскому контексту.

На рис. 1 и 2 по аналогии представлены проектные решения японских садов на основе картин японского художника Утагавы Хиросигэ. Сады выполнены в технике сухого пейзажа и изображают виды с картин в миниатюре. Небольшие по размерам, 10 × 10 м, они разделяются на зеленые зоны с растительностью и покрытия из гравия и песка. Вода изображается с помощью песка, что свойственно для данного типа садов. Для дорожек используются крупные плоские камни для первого варианта и покрытие из гальки для второго, также камнями обозначены границы зон. Для адаптации сада к уральскому контексту возможно использование местных пород, таких как змеевик и кварц.



а *б*

Рис. 1. Утагава Хиросигэ:
а – «Восходящая полная луна в Канадзава», *б* – «Озеро Хаконэ»

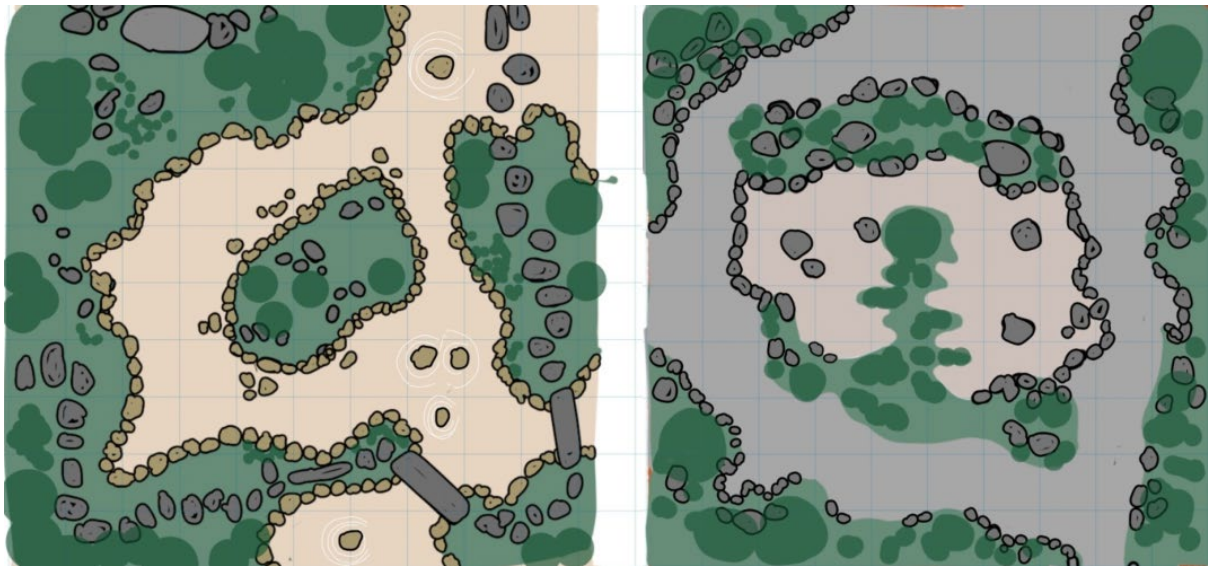


Рис. 2. Эскизы проектных решений на основе картин Утагавы Хиросигэ

Традиционно в японских садах вместо газона используют мох. Его можно заменить на почвопокровные растения – мшанку шиловидную (*Sagina subulata*) или очиток шестирядный (*Sedum sexangulare*). Уральский

климат кардинально отличается от Японии, поэтому требуется подобрать такие растения, которые соответствуют эстетике японского сада, но устойчивы в условиях Урала. Ассортимент растений, возможных для использования в японском саду, представлен в таблице.

Виды растений, возможные для использования в японских садах

Хвойные	*Лиственные*	*Многолетники*
Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)	Клен Гиннала (*Acer ginnala Maxim.*)	Осока гладконосая (*Carex leiorhyncha*)
Сосна горная пумилио (*Pinus mugo var. pumilio*)	Ива пурпурная (*Salix purpurea*)	Кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina*)
Сосна горная Хампи (*Pinus mugo Humpy*)	Ива извилистая (*Salix babylonica*)	Очиток шестигранный (*Sedum sexangulare*)
Можжевельник казацкий Рокери Джем (*Juniperus sabina Rockery Gem*)	Рододендрон Мандарин Лайтс (*Rhododendron deciduous 'Mandarin Lights'*)	Ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*)
Можжевельник обыкновенный Грин Карпит (*Juniperus communis Green Carpet*)	Рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum*)	Купена приземистая (*Polygonatum humile*)
Туя западная Даника (*Thuja occidentalis Danica*)	Миндаль низкий (*Amygdalus nana*)	Астильба японская (*Astilbe japonica*)
Пихта Вича Хедерготт (*Abies Veitchii Hedergott*)	Бересклет крылатый (*Euonymus alatus*)	Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*)
	Спирея японская (*Spiraea japonica*)	Ирис сибирский (*Iris sibirica*)
	Курильский чай (*Potentilla fruticosa*)	Кукушкин лен (*Polytrichum commune*)
	Яблоня ягодная (*Malus baccata*)	Горец сахалинский (*Polygonum sachalinensis*)
	Черемуха обыкновенная (*Prunus padus*)	Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*)
	Кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*)	Мшанка шиловидная (*Sagina subulata*)
	Кизильник Даммера (*Cotoneaster dammeri*)	

На данный момент на Урале реализовано несколько садов, адаптированных к местному климату, – «Ива-Парк» в Тюмени и Сад созерцания в ботаническом саду УрФУ в Екатеринбурге. Так, например, «Ива-Парк» отличается своим растительным ассортиментом, большая часть которого представлена множеством сортов ивы, а при создании Сада созерцания использовались мхи, встречающиеся на Урале [3].

Эти примеры демонстрируют реальную возможность адаптации приемов проектирования по созданию японских садов и их успешного применения в условиях Урала.

Появление данных объектов говорит о повышении интереса к японским садам. Развитие этого направления позволит сделать создание японских садов на Урале более доступным, что поспособствует увеличению количества уникальных объектов в городском пространстве и культурному обогащению населения.

Список источников

1. Станислав Яр. В., Жукова М. В. Определение эстетических характеристик пейзажей лесной части ЦПКиО им. В. В. Маяковского г. Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2022. С. 231.

2. Николаева Н. С. Японские сады. М. : Искусство, 1975. С. 81–87.

3. Акименко О. В., Михалищев Р. В., Хисамутдинов Г. Р. Сад мхов Екатеринбургского отделения Общества «Россия-Япония» на базе ботанического сада Уральского федерального университета // Ботанические сады в современном мире : сборник научных статей. Вып. 2. СПб. : СПб. гос. электротехн. ун-т «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2023. С. 4.

Научная статья
УДК: 630*27

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПАРКОВ ГОРОДА ВОРОНЕЖА: АНАЛИЗ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ И РИСКОВ

Екатерина Николаевна Помазкова[1], Нелли Павловна Карташова[2]
[1, 2] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1, 2] Ekaterinapomazkova666@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается внедрение ландшафтно-экологического планирования парков Воронежа. Выявлены и систематизированы основные риски, а также обоснована необходимость комплексного подхода к управлению этими рисками для повышения экологической устойчивости, рекреационной ценности парков и улучшения качества городской среды.

Ключевые слова: ландшафтно-экологическое планирование, риски, заинтересованные стороны, биологическое разнообразие, городская среда

Для цитирования: Помазкова Е. Н., Карташова Н. П. Ландшафтно-экологическое планирование парков города Воронежа: анализ заинтересованности и рисков // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 252−256.

Original article

LANDSCAPE AND ECOLOGICAL PLANNING OF VORONEZH PARKS: ANALYSIS OF INTEREST AND RISKS

Ekaterina N. Pomazkova[1], Nelli P. Kartashova[2]
[1, 2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1, 2] Ekaterinapomazkova666@mail.ru

Abstract. The article discusses the implementation of landscape and ecological planning of Voronezh parks. The main risks have been identified and systematized, and the need for an integrated approach to managing these risks has been substantiated in order to increase ecological sustainability, the recreational value of parks and improve the quality of the urban environment.

© Помазкова Е. Н., Карташова Н. П., 2026

Keywords: landscape and ecological planning, risks, stakeholders, biological diversity, urban environment

For citation: Pomazkova E. N., Kartashova N. P. (2026) Landshaftno-e'kologicheskoe planirovanie parkov g. Voronezha: analiz zainteresovannosti i riskov [Landscape and ecological planning of Voronezh parks: analysis of interest and risks]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 252–256. (In Russ).

Стремительная урбанизация территорий обычно сопровождается повышением плотности городской застройки, увеличением плотности населения, а значит, сокращением зеленых массивов и ростом антропогенного давления на уже существующие. Эти процессы отражаются на состоянии экологической среды, ухудшая ее и снижая уровень комфорта для жителей.

В условиях развития г. Воронежа все более необходимыми становятся ландшафтно-экологические принципы, обеспечивающие более гармоничное взаимодействие природных элементов и антропогенных элементов городской среды. Данные принципы помогают в контроле нагрузки и снижении воздействия на зеленые зоны в городских условиях [1]. Для более эффективного применения данных принципов нам необходимо проанализировать возможные риски. Для начала нам необходимо выяснить кто является наиболее заинтересованными сторонами в данных принципах [2]. Такими сторонами являются:

1) администрация г. Воронежа – инициатор проектов, распределение бюджета, контроль соответствия экологическим нормативам;

2) экологические организации и научно-исследовательские учреждения – они проводят оценку воздействия на природные комплексы, выполняют экологическое обследование территорий, разрабатывают рекомендации по сохранению и повышению биологического разнообразия;

3) жители – это основные пользователи, формирующие запрос на качество инфраструктуры и благоустройства, а также выступающие инициаторами общественных обсуждений для выявления спроса и выявления основных потребностей;

4) подрядные организации – разработка проектов, строительные и озеленительные работы;

5) надзорные органы – отвечают за контроль соблюдения законодательства.

Выбор этих групп основывается на их роли и на их влиянии на процесс. Игнорирование одной из групп, а также расхождение их интересов приведет к недостаточной эффективности и повышению рисков деградации зеленых зон. Поэтому введение ландшафтно-экологического планирования

рекреационных зон может существенно сократить расхождение в интересах. В первую очередь составим текущую карту рисков, где расположим риски по вероятности возникновения (от низкой до высокой) и по степени влияния (от слабого до сильного). Результаты представлены в табл. 1 [3].

Таблица 1

Карта рисков внедрения ландшафтно-экологического планирования парков г. Воронежа

Вероятность	Сильное влияние	Умеренное влияние	Слабое влияние
Высокая	Утрата биоразнообразия вследствие неправильного вмешательства	Конфликты интересов различных сторон	Задержки в проведении экологических экспертиз
Средняя	Некорректная оценка экологического состояния территорий	Недостаточный учет миграции животных	Ошибки при выборе ассортимента растений
Низкая	Природные катаклизмы	Общественные протесты против отдельных мероприятий	Административные штрафы за нарушение природоохранных норм

Качественные показатели вероятности и влияния переведены в количественные значения от 1 до 5 и представлены в табл. 2. Оценка риска складывается из произведения вероятности на степень влияния, где обе величины выражены количественно по шкале от 1 до 5. Такой метод используется в различных сферах, включая управление проектами, производственные и операционные процессы, а также обеспечение безопасности. Это основа матричного метода оценки рисков, или метода Файна – Кинни, который помогает классифицировать угрозы [4].

Таблица 2

Экспертная оценка рисков

Риск	Описание	Вероятность	Влияние	Оценка
Утрата биоразнообразия	Уменьшение численности видов из-за вырубки, неправильного благоустройства и высокой посещаемости	5	5	25
Некорректная оценка экологического состояния	Недостаток данных по почвам, водоемам, биоценозам приводит к ошибочным проектным решениям	4	4	16
Конфликты интересов	Разногласия между администрацией, подрядчиками и жителями	3	4	12

Окончание табл. 2

Риск	Описание	Вероятность	Влияние	Оценка
Недостаточный учет миграции животных	Нарушение путей миграции ежей, птиц, мелких млекопитающих	3	3	9
Природные катаклизмы	Повреждение зеленых насаждений из-за ураганов, аномальных температур	4	2	8
Ошибки при выборе ассортимента растений	Использование видов, не подходящих по климату	2	2	4
Общественные протесты	Недовольство вырубкой или изменением привычных зеленых зон	1	3	3
Административные штрафы	Нарушение природоохранного законодательства	1	2	2

На основании экспертной оценки построена роза рисков, представленная в виде рисунка. Распределение рисков сформировано на основании произведения количественных значений вероятности и влияния каждого риска [5].



Роза рисков внедрения ландшафтно-экологического планирования парков г. Воронежа

Согласно представленному распределению рисков, можно выделить три наиболее значимые категории: это утрата биоразнообразия, некорректная оценка экологического состояния и конфликты интересов между заинтересованными группами.

Ландшафтно-экологическое планирование парков г. Воронежа является стратегическим направлением развития городской среды. Проведенный анализ рисков и заинтересованных сторон показывает, что наибольшее внимание необходимо уделить вопросам сохранения биоразнообразия, точности экологической диагностики и согласованию позиций участников процесса.

Комплексный подход к управлению рисками является основой устойчивого развития зеленой инфраструктуры г. Воронежа и залогом повышения качества городской среды.

Список источников

1. Плотникова К. А. Зеленая инфраструктура города Воронежа // Образование и наука для устойчивого развития : XV Международная научно-практическая конференция, посвященная Международному году фундаментальных наук в интересах устойчивого развития, Москва, 18–21 апреля 2023 г. М. : Рос. хим.-технол. ун-т им. Д. И. Менделеева, 2023. С. 159–161.

2. Готулева А. Р. Основные методы управления рисками // Инновационный менеджмент и технологическое предпринимательство : материалы Всероссийского молодежного научного форума, Новосибирск, 12–14 ноября 2015 г. Т. 1. Новосибирск : Новосиб. гос. техн. ун-т, 2015. С. 203–206.

3. Бурдукова Н. Ю. Система управления рисками: сравнительный анализ методов управления рисками организации // Modern Science. 2022. № 8. С. 14–19.

4. Федорович Г. В. О системе оценки профессионального риска // АНРИ. 2010. № 4. С. 63–70.

5. Голикова Ю. А., Ван Ю. Особенности экономического анализа, рисков и оценки эффективности проектов // Актуальные проблемы менеджмента, экономики и экономической безопасности : сборник материалов IV Международной научной конференции, Костанай, 10–11 ноября 2022 г. Чебоксары : Среда, 2022. С. 77–80.

Научная статья
УДК 630.233

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ВОПРОСАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Ольга Александровна Попадьина[1], Татьяна Борисовна Сродных[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] oapopadina@gmail.com
[2] tata.srodnykh@mail.ru@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные подходы в формировании системы озеленения Челябинска. Показаны обеспеченность зелеными насаждениями и уровень озелененности города, рассмотрены реализуемые муниципальные программы по озеленению и благоустройству. Особое внимание уделено документу «Дизайн-код озеленения города Челябинска».

Ключевые слова: городское озеленение, Челябинск, система озеленения

Для цитирования: Попадьина О. А., Сродных Т. Б. Современные подходы в вопросах озеленения города Челябинска // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 257−261.

Original article

MODERN APPROACHES TO LANDSCAPING ISSUES OF CHELYABINSK

Olga A. Popadyina[1], Tatiana B. Srodnykh[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] oapopadina@gmail.com
[2] tata.srodnykh@mail.ru@mail.ru

Abstract. The article discusses current approaches to the formation of Chelyabinsk's landscaping system. It shows the availability of green plantations and the level of landscaping of the city, and examines the ongoing municipal

© Попадьина О. А., Сродных Т. Б., 2026

programs for landscaping and improvement. Special attention is given to the “Design Code for landscaping in Chelyabinsk”.

Keywords: urban landscaping, Chelyabinsk, landscaping system

For citation: Popadyina O. A., Srodnykh T. B. (2026) Sovremenny’e podxody’ v voprosax ozeleneniya goroda Chelyabinska [Modern approaches to landscaping issues of Chelyabinsk]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 257–262. (In Russ).

Челябинск располагается на восточном склоне Уральских гор по обоим берегам притока Исети – реки Миасс – на геологической границе Урала и Сибири. С запада и севера город окаймлен сосновым бором. Общая территория города составляет 500,9 км^2, а протяженность его границ – 150 км. Водные объекты составляют 93 м^2 и занимают 18 % территории Челябинска. С каждым годом Челябинск становится более удобным и благоустроенным, сохраняя при этом свое историческое своеобразие и уникальный природный ландшафт. Самая высокая точка – 291,1 м н. у. м. – расположена в Советском районе, самая низкая – 191,4 м – в долине реки Миасс [1].

Челябинск располагается в лесостепной климатической зоне, климат континентальный. Погода зимой холодная и снежная, зима длительная. Средняя температура января –16…–18 °С. Весна в Челябинске умеренно теплая. Погода летом теплая и сухая, средняя температура воздуха в июле +18...+19 °С. В летний период преобладают ветры западного и северо-западного направлений, в другие сезоны – южного и юго-западного. Средняя скорость ветра составляет 3–4 м/с, но при метелях и шквалах может достигать 15–20 м/с [2].

Город Челябинск занимает седьмое место по численности населения в России. По данным на 01.01.2025 г., на территории города проживает 1 176 770 чел. Административно-территориальное деление Челябинского городского округа предусматривает разделение территории на семь городских районов: Калининский, Курчатовский, Ленинский, Металлургический, Советский, Тракторозаводский и Центральный [2].

Целью данной статьи являются анализ современного состояния системы озеленения Челябинска и новые приемы в плане технологическом и новые подходы в плане административном, которые используются в настоящее время. В процессе анализа был проведен визуальный осмотр главных центральных улиц города, парков, скверов, бульваров и других благоустроенных озелененных общественных территорий, изучены нормативные документы, носящие регламентирующий и рекомендательный характер в вопросах озеленения г. Челябинска.

Челябинск, являясь крупным промышленным центром, сталкивается с серьезными экологическими вызовами: загрязнением воздуха, дефицитом зеленых зон, деградацией почв. Озеленение – ключевой инструмент улучшения качества городской среды.

Следует отметить, что, по данным «Терра Тех», исследовавших уровень озелененности по космическим снимкам, этот показатель для Челябинска низок и составляет 13,8 % [3].

Общая площадь зеленых насаждений в Челябинске с учетом лесных массивов составляет 12 215 га, но площадь насаждений общего пользования (ОП) значительно меньше – 1067,9 га [4]. Таким образом, площадь насаждений общего пользования составляет всего 8,7 %. В целом по городу площадь насаждений ОП на одного жителя – 9,5 м^2 [4], тогда как, согласно нормативам, она должна составлять для крупнейших городов 16 м^2/чел. [5, 6].

Рассмотрим, как обстоит дело в городских районах. Мы использовали в таблице данные с Яндекс-карт, а также официальные данные сайта администрации г. Челябинска [1].

Обеспеченность районов г. Челябинска зелеными насаждениями

Район	Площадь района, га	Население, чел.	Благ.озел. территория, га	Благ.озел. территория, м^2/чел	Лесной массив в границах города, га
Центральный	66,72	102 546	102,59	10,00	1130,5
Тракторозаводский	64,88	176 760	57,2	3,24	–
Ленинский	73,82	186 112	52,58	2,83	–
Советский	103,47	133 224	20,93	1,57	–
Металлургический	99,20	127 222	50,64	3,98	953,88
Калининский	32,56	228 045	48,83	2,14	–
Курчатовский	60,19	222 861	77,98	3,49	4,68

Данные таблицы свидетельствуют о том, что большинство районов имеют очень низкие показатели обеспеченности зелеными насаждениями в пределах от 1 до 3 м^2/чел. Лишь Центральный район отличает хороший показатель по обеспеченности насаждениями – 10 м^2/чел. – в связи с тем, что сюда входят и объекты общегородские.

Таким образом, несмотря на то что в черте города находятся лесные массивы, такие как Городской бор (1130,5 га), Каштакский бор (его часть, присутствующая в границах города, – 953,88 га) и бор им. В. П. Белова (4,68 га), обеспеченность города зелеными насаждениями ОП низка.

В последние годы город активно меняется, ведутся работы по реконструкции парков, скверов и других территорий ОП. Так, были реконструированы и вновь открыты такие пространства, как Сад камней, набережная

реки Миасс, набережная Смолино, Аллея Славы, Аллея Героев СВО, сквер возле Трактора, сквер у Кардиоцентра, Смолинский сквер и множество других благоустроенных озелененных территорий.

Городскими властями были утверждены и реализуются программы по улучшению состояния зеленой среды в г. Челябинске, такие как муниципальная программа «Оздоровление окружающей среды г. Челябинска» (распоряжение администрации г. Челябинска от 29 марта 2024 г. № 3819); муниципальная программа «Формирование современной городской среды г. Челябинска» (распоряжение администрации г. Челябинска от 19 апреля 2024 г. № 4813); муниципальная программа «Развитие дорожного хозяйства в г. Челябинске» (распоряжение администрации г. Челябинска от 16 февраля 2024 г. № 1839); муниципальная программа «Развитие территории, повышение уровня и качества жизни населения Калининского района» (распоряжение администрации г. Челябинска от 4 февраля 2025 г. № 1077) и др. [1].

Приказом Главного управления лесами Челябинской области от 14.03.2023 № 183 установлены границы лесопаркового зеленого пояса вокруг Челябинска общей площадью 31,9476 тыс. га.

В 2024 г. было принято решение о создании «Дизайн-кода озеленения города Челябинска» (приказ Управления по архитектурно-градостроительному проектированию города Челябинска от 14.03.2024 № 23/осн). Он может быть использован как городскими властями, так и проектировщиками, ландшафтными архитекторами, дизайнерами и горожанами для создания функционального и здорового окружения города. В нем даны практические рекомендации по озеленению общественных территорий, таких как уличнодорожная сеть, магистрали, улицы, бульвары, внутриквартальное озеленение; озеленение общественных пространств, скверов и парков, набережных, детских и спортивных площадок, парковок и пр. Представлен перечень растений для использования в городской среде.

Также в городе создана рабочая группа «Городское озеленение» Координационного совета при губернаторе Челябинской области по вопросам экологии. В 2024 г. создано муниципальное предприятие «Горзеленхоз», которое подведомственно Управлению экологии городской администрации. Его задачи: содержание зеленых насаждений, создание цветников, клумб и зеленых уголков, проведение всех видов обрезок, снос аварийных и сухостойных деревьев и высадка новых. Раннее эти работы осуществляли вдоль автомобильных дорог – организации, подведомственные Комитету дорожного хозяйства (КДХ), во дворах – управляющие компании.

Помимо муниципальных программ, активно ведется работа волонтерских организаций по благоустройству и оздоровлению окружающей среды – «Зеленый город». Работы проводятся за счет вклада инициативных групп в лице Челябинского металлургического комбината, граждан и других благотворителей. Организация осуществляет посадку деревьев,

создающих защитную зеленую полосу Челябинска, пострадавших в результате пожаров, проводит ежегодный конкурс экологических инициатив «Эко-Проектор», направленный на благоустройство и озеленение территорий, а также проводит акции по бесплатной раздаче саженцев гражданам города.

Что касается новых приемов в ландшафтной архитектуре города, то здесь можно выделить постепенный переход от однолетних цветников к многолетним; озеленение парковочных мест; вертикальное озеленение – объемные клумбы с фигурками, каркасами в виде уличных арок и стойками; высадка однолетних декоративно цветущих растений в подвесных кашпо на пешеходных ограждениях улиц города и др.

Таким образом, мы видим, как г. Челябинск активно пробует использовать новые приемы и принципы в озеленении города, разрабатываются новые стандарты, программы и мероприятия. Создаются активные инициативные группы, рабочие группы по озеленению города.

Уровень озеленения города постепенно повышается, в основном пока в центральной части, но у города есть резервы – это лесные массивы, которые необходимо использовать как объекты рекреационно-экологические.

Список источников

1. Администрация города Челябинска : [сайт]. URL: https://cheladmin.gov74.ru/ (дата обращения: 01.11.2025).

2. Челябинская областная научная библиотека : [сайт]. URL: https://chelreglib.ru/ (дата обращения: 01.11.2025).

3. Геопространственная аналитика : [сайт]. URL: https://geonovosti.terratech.ru/ecology/shestnadtsat-zelenykh-megapolisov/ (дата обращения: 09.10.2023).

4. Сродных Т. Б., Вишнякова С. В., Луганская С. Н. Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С.266–273.

5. СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений : утв. приказом Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр. URL: https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs (дата обращения: 01.11.2025).

6. Бюджет Челябинска для граждан // Портал Комитета финансов города Челябинска : [сайт]. URL: https://бюджет-челябинск.рф/ (дата обращения: 01.11.2025).

Научная статья
УДК 630.385

ПРОЕКТ РУБОК УХОДА НА ОСУШАЕМЫХ ПЛОЩАДЯХ ЮМАТОВСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГАУ РБ «УФИМСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Артур Русланович Потапов[1], Оксана Валерьевна Сычугова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] potapov04artyr@gmail.com
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Аннотация. Рубки ухода за лесом – одно из основных лесохозяйственных мероприятий, направленных на выращивание хозяйственно ценных высокопродуктивных насаждений. Наличие большой площади заболоченных земель снижает общий ежегодный прирост древесины и является серьезным препятствием для ведения лесного хозяйства и освоения спелых и перестойных насаждений.

Ключевые слова: лесомелиорация, насаждение, осушаемые площади
Благодарности: автор выражает благодарность Оленеву Константину Ивановичу за помощь в организации полевых исследований.
Для цитирования: Потапов А. Р., Сычугова О. В. Проект рубок ухода на осушаемых площадях Юматовского участкового лесничества ГАУ РБ «Уфимский лесхоз» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 262−266.

Original article

PROJECT OF CLEAR CUTTING ON DRAINED AREAS OF THE YUMATOVSKY DISTRICT FORESTRY OF THE SAI RB “UFA FORESTRY”

Artur R. Potapov[1], Oksana V. Sychugova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] potapov04artyr@gmail.com
[2] sychugovaov@m.usfeu.ru

Abstract. Forest clear cutting is one of the main forestry measures aimed at growing economically valuable and highly productive plantations. The presence

© Потапов А. Р. Сычугова О. В., 2026

of large areas of swampy land reduces the overall annual growth of wood and is a serious obstacle to forest management and development of mature and overmature plantations.

Keywords: forest reclamation, plantation, drained areas

Acknowledgments: The author expresses gratitude to Konstantin Ivanovich Olenev for his assistance in organizing field research.

For citation: Potapov A. R., Sychugova O. V. (2026) Proekt rubok uxoda na osushaemy'x ploshhadyax Yumatovskogo uchastkovogo lesnichestva GAU RB "Ufimskij lesxoz" [Project of clear cutting on drained areas of the Yumatovsky district forestry of the SAI RB "Ufa forestry"]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 262–266. (In Russ).

Осушительные мелиорации – это мероприятия, направленные на регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов избыточно увлажненной территории путем устранения избытков воды в почве для повышения плодородия земель и продуктивности насаждений.

Мелиоративные системы должны своевременно отводить поверхностные воды и понижать грунтовые. Процесс регулирования водного режима в почве (отвод избыточных вод и подача недостающих) должен быть автоматизирован. Осушительные мелиорации должны обеспечивать оптимальный водный режим почв осушаемой территории [1].

В ходе проведения полевых работ (ГОСТ Р 70611–2022) [2] были произведены визуальная и инструментальная оценка сохранившихся гидромелиоративных систем, а также инструментальная таксация методом сплошного перечета. На основе полученных данных производились камеральные расчеты и были составлены проекты рубок ухода.

Исследование показало неудовлетворительное состояние гидротехнических сооружений, 98 % мелиоративных каналов подверглось зарастанию густой травянистой растительностью, реже кустарников, в связи с чем они практически утратили свое эксплуатационное значение. Таким образом, заложенный в проектной документации водопропускной объем воды 6 м^3/с понизился в среднем до 0,132 м^3/с из-за того, что глубина канала уменьшилась. Кроме того, данная осушительная сеть имела кратковременный эксплуатационный срок, в связи с этим дренаж мелиоративных каналов был грунтово-насыпным. После окончания сроков эксплуатации дренаж разрушился, начался процесс оврагообразования на участках основной проводящей сети.

При помощи агрохимического метода исследования почв было установлено, что на данной территории сложные субори с гигротопическим

коэффициентом 5, местность заболочена, тип болот смешанный. В связи с постоянным высоким уровнем грунтовых вод (в различные климатические периоды колеблется от 3,0 до 1,5 м) корневая система древостоя находится в состоянии подтопления. Породный состав древостоя в период нормальной работы гидромелиоративной системы представлял собой экологическую группу мезофитов, но в связи с изменением почвенных условий состав древостоя изменился на менее ценные для хозяйственного назначения породы, такие как осина дрожащая (*Populus tremuloides*), ива ломкая (*Sálix fragilis*), ольхá черная (*Álnus glutinósa*), береза пуши́стая (*Bétula pubéscens*) и прочие породы, в малом процентном содержании относящиеся к экологической группе гигрофитов. Также резкое изменение лесорастительных, в том числе почвенных, условий привело к пропорциональному понижению биологической устойчивости и продуктивности насаждения.

Таксационная характеристика древостоя до осушения (состав, возраст, полнота), представленная в табл. 1, значительно влияет на размер дополнительного прироста, полученного от мелиорации. В таежной зоне наиболее производительные древостои образуют ель и сосна, а береза пушистая обычно уступает им. Ель продуктивнее сосны в мезотрофных условиях местопроизрастания. Деревья более молодые сильнее реагируют на мелиорацию увеличением линейных приростов, чем деревья более старые [1].

Таблица 1

Таксационная характеристика выделов

Номер квартала	Номер выдела	S выдела	Таксационные показатели									Вид рубки	Группа лесов	Интенсивность рубки, %	Очередность
			Состав	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бони-	Тип леса, тип ТДУ	Полнота	Запас, м^3					
										на 1 га	на выделе				
56	18	0,7	5Лп3Б2Т+В, Кл	5	3	22	2	СН	0,6	20	10	Осв	Защитные леса	15	1
56	6	4,0	5Ос3Лп2Б+Д, Олч	20	13	10	1	СН	0,9	120	480	Прч		25	1
56	36	0,9	3Лп2Т1Олч 2Д2В	30	13	16	3	СН	0,7	120	110	Прж		20	2
56	66	1,1	8Лп2Ос+Б, Д, Олч	55	18	18	3	СН	0,7	250	280	Прх		20	2
56	8	6,9	9Б1Олч+В	75	22	28	2	КТ	0,9	230	1590	Свр		90	1

Однако объемный прирост у средневозрастных насаждений, подвергнутых мелиорации (вследствие большей исходной поверхности нарастания древесины), максимален. Очень важное значение имеет по этой же причине полнота древостоев: чем она выше, тем выше и дополнительный прирост. Несмотря на то, что абсолютная прибавка в приросте в результате мелиорации насаждений IV–V класса возраста меньше, чем насаждений II–IV класса, осушение первых с хозяйственной точки зрения выгодней благодаря более быстрому приросту насаждений. Степень осушения, его давность и состояние осушительной сети при одинаковом потенциальном плодородии земель и одинаковой исходной характеристике древостоев определяют размер дополнительного прироста насаждения [3].

В процессе работы были получены следующие результаты и разработаны рекомендации по улучшению состояния осушительной сети и проведению рубок ухода на исследуемых площадях. В результате осушения на опытных площадях складываются определенные водные и почвенные условия. Гидрологический режим характеризуется средневегетационной величиной уровня ПГВ за период исследований 29 см, т. е. практически весь корнеобитаемый горизонт, который слагает слабо- и среднеразложившийся торф, освобождается от избыточной воды. Однако лесомелиоративная осушительная система выведена из строя, ее состояние оценивается как неудовлетворительное, необходимо провести полную реконструкцию, в связи с этим древостой имеет низкие таксационные показатели и низкую биологическую устойчивость. Решить вышеобозначенную проблему поможет проведение рубок ухода.

На осушаемой территории Юматовского участкового лесничества ГАУ РБ «Уфимский лесхоз» по проектам рекомендованы следующие рубки ухода: осветление общей площадью 0,7 га, прочистки – 4,0 га для улучшения породного состава, прореживание – 0,9 га. Запланирована также проходная рубка на 1,1 га с вырубкой малоценной породы осины, которая быстро выходит в верхний ярус и мешает приросту более ценных древесных пород, и запроектированы санитарные рубки на 6,9 га. Данные по запроектированным рубкам ухода представлены в табл. 2.

Таблица 2

Таксационное описание выделов после проведения рубок ухода

№ квартала	№ выдела	S, га	Показатели	До рубки	Вырублено	После рубки
56	18	0,7	Состав Полнота Запас, м^3/га	5Лп3Б2Т+В+Кл 0,6 20	Т 0,15 3	6Лп4Б+Т+В+Кл 0,5 17
56	6	4,0	Состав Полнота Запас, м^3/га	5Ос3Лп2Б+Д+Олч 0,9 120	Ос 0,25 30	4Лп3Б3Ос+Д+Олч 0,7 90
56	36	0,7	Состав Полнота Запас, м^3/га Кол-во деревьев	3Лп2Т1Олч2Д2В 0,7 120 2390	Т 0,2 24 478	4Лп3Д2В1Олч 0,5 96 1912
56	66	0,8	Состав Полнота Запас, м^3/га Кол-во деревьев	8Лп2Ос+Б+Д+Олч 0,7 250 1025	Ос 0,2 50 205	10Лп+Б+Д+Олч 0,5 200 820
56	8	6,9	Состав Полнота Запас, м^3/га Кол-во деревьев	9Б1Олч+В 0,9 230 3476	Б 0,9 207 3128	10Олч+В 0,1 23 348

Таким образом, на территории Юматовского участкового лесничества ГАУ РБ «Уфимский лесхоз» после проведения запроектированных рубок ухода на данных кварталах и выделах должны преобразоваться породный состав и качество высокопродуктивной древесины, но без реконструкции осушительной системы эффективность данных рубок будет занижена.

Список источников

1. Ерхов Н. С., Дьяченко А. Е. Мелиорация. М. : Агропромиздат, 1988. 239 с.

2. ГОСТ Р 70524–2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила приемки в эксплуатацию : утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 09.12.2022 № 1464-ст // Интернет и право : [сайт]. URL: https://www.internet-law.ru/gosts/ gost/79295 (дата обращения: 15.11.2025).

3. Чиндяев А. С. Гидротехнические мелиорации лесных земель. Болотные леса и их мелиорации. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 49 с.

Научная статья
УДК 712.25

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ АЛЛЕЙНЫХ ПОСАДОК В ПАРКЕ ИМЕНИ XXII ПАРТСЪЕЗДА ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Елизавета Игоревна Пчелкина[1], Светлана Вячеславовна Вишнякова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] pchelkinaelizaveta9@gmail.com
[2] vishnyakovasv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты инвентаризации аллейных посадок парка им. XXII Партсъезда в г. Екатеринбурге. Проведен анализ санитарного состояния семи парковых аллей, определены видовой состав, таксационные показатели и функциональное назначение посадок.

Ключевые слова: инвентаризация, парк, аллейные посадки

Для цитирования: Пчелкина Е. И., Вишнякова С. В. Комплексный анализ аллейных посадок в парке им. XXII Партсъезда города Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 267−271.

Original article

COMPLEX ANALYSIS OF THE ALLEY PLANTINGS IN THE PARK NAMED AFTER THE XXII PARTY CONGRESS IN EKATERINBURG

Elizabeth I. Pchelkina[1], Svetlana V. Vishnyakova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] pchelkinaelizaveta9@gmail.com
[2] vishnyakovasv@m.usfeu.ru

Abstract. The article presents the results of the inventory of the alley plantings in the Park named after the XXII Party Congress in Ekaterinburg. The sanitary condition of seven park alleys was analyzed, and the species composition, taxation indicators, and functional purpose of the plantings were determined.

Keywords: inventory, park, alley plantings

© Пчелкина Е. И., Вишнякова С. В., 2026

For citation: Pchelkina E. I., Vishnyakova S. V. (2026) Kompleksny'j analiz allejny'x posadok v parke XXII parts"ezda g. Ekaterinburga [Complex analysis of the alley plantings in the Park named after the XXII Party congress in Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 267–271. (In Russ).

Парк имени XXII Партсъезда является одним из крупных объектов озеленения Верх-Исетского района г. Екатеринбурга, был основан в 1961 г. Название парку дали в честь XXII съезда Коммунистической партии Советского Союза, который проходил в Москве в октябре 1961 г. [1]. Общая площадь парка составляет 7,9 га [2]. Основной планировочной структурой парка являются аллеи. Аллея − пешеходная или транспортная дорога, обсаженная с двух сторон равноотстоящими друг от друга деревьями, кустарниками или их группами в определенном ритме.

Цель работы − комплексный анализ аллейных посадок парка им. XXII Партсъезда в г. Екатеринбурге, оценка их современного состояния, характеристик и функциональной роли. Для этого выполнены следующие задачи:

– инвентаризация насаждений и введение условных знаков для обозначения аллейных посадок на плане парка XXII Партсъезда;

– определение основных таксационных характеристик и других параметров аллейных посадок (протяженность, шаг посадки, высота и диаметр стволов);

– анализ планировочной и функциональной роли каждой аллеи в структуре парка.

В результате исследования было выявлено семь аллей (рис. 1), общую видовую структуру которых составляют тополь берлинский (*Populus* × *berolinensis* K. Koch), липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) и их комбинации.

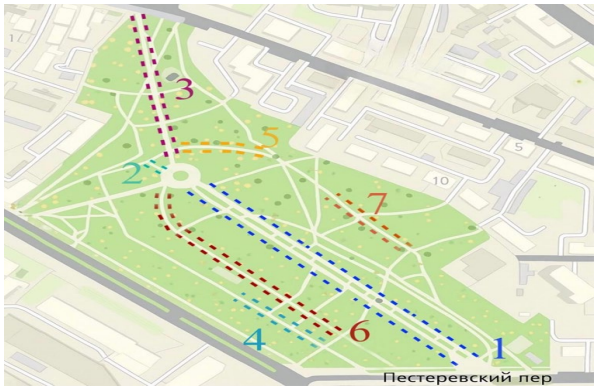


Рис. 1. Схема расположения и нумерация аллейных насаждений парка

Также при обследовании аллейных насаждений в качестве единичных включений, не формирующих аллейную композицию, были зафиксированы: черемуха Маака (*Padus maackii* Rupr.) в аллее № 1 и ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall.) в аллее № 6.

Сводные данные инвентаризации парковых аллей представлены в таблице.

Характеристика аллейных посадок парка имени XXII Партсъезда

№ аллеи	Видовой состав	Протяженность аллеи, м	Ширина дорожки, м	Расстояние от дорожки до дерева, м	Шаг посадки, м	Диаметр ствола, см	Высота, м	Санитарное состояние, балл
1	Липа мелколистная	277	16	2,5	4	36	13	2
2	Тополь берлинский	27	1,3	1,25–2,5	4	52	9	1
3	Тополь берлинский	119	6,7	1,5	4	62	14	2
4	Тополь берлинский	45	1,8	0,85–3,4	4	37	20	1
5	Береза повислая	50	1,8	0,6–2	3	31	16	1
6	Береза повислая / клен ясенелистный	230	3,3	1,8–2	4	34/37	16/17	2/3
7	Клен ясенелистный	165	3,3	1,5–3	4	48	17	3

В парке им. XXII Партсъезда самой протяженной является аллея № 1, в ее состав входит липа мелколистная и встречаются включения черемухи Маака по правой стороне аллеи. Среднее санитарное состояние аллеи ослабленное, при этом состояние черемухи Маака оценивается как сильно ослабленное: на деревьях есть признаки болезни и повреждений (рис. 2). Аллеи № 2, 3 и 4 представлены тополем берлинским. Насаждения в аллеях № 2 и 4 здоровые, без признаков ослаблений, но на аллее № 4 есть выпадение деревьев и большие промежутки между стволами (рис. 3). Признаки ослабленного состояния наблюдаются у деревьев аллеи № 3. К ним относятся сухие сучья, а также отдельные механические повреждения, не несущие угрозы для жизнеспособности деревьев. Аллея № 5 – березовая, деревья в хорошем состоянии. Аллея № 6 протяженностью 230 м имеет смешанный состав: береза повислая и клен ясенелистный представлены в равных пропорциях, также в аллее можно встретить включения ясеня

пенсильванского. На участке, занятом кленами, наблюдается сплошной выпад деревьев по левой стороне на протяжении 70 м, что нарушает целостность аллейной посадки (рис. 4). Состояние древостоя оценивается как удовлетворительное [3]. Признаки сильно ослабленного состояния наблюдаются и у деревьев аллеи № 7, состоящей из клена ясенелистного, а на стволах деревьев отмечается моховой покров (рис. 5).



Рис. 2. Черемуха Маака с признаками повреждения ствола

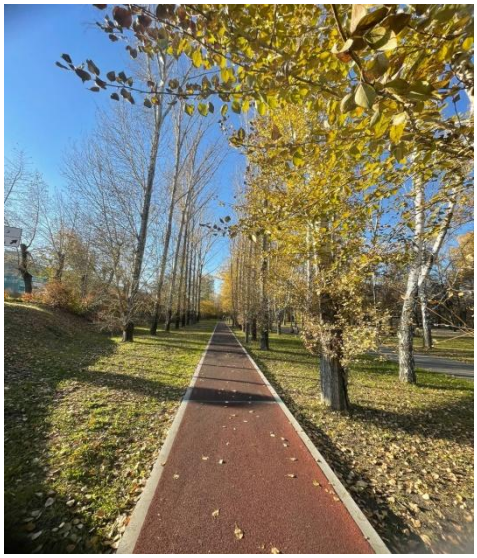


Рис. 3. Аллея № 4. Тополь берлинский

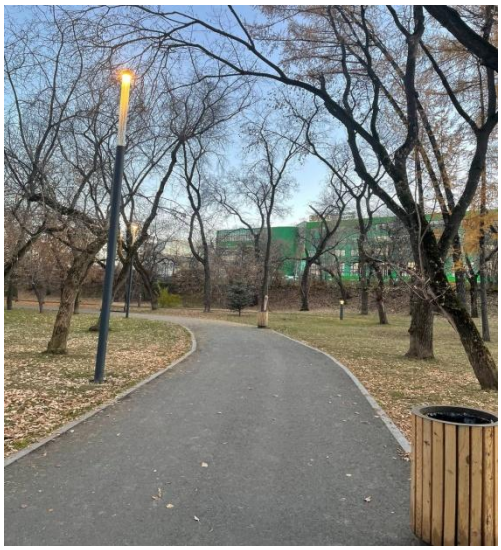


Рис. 4. Аллея № 6. Клен ясенелистный

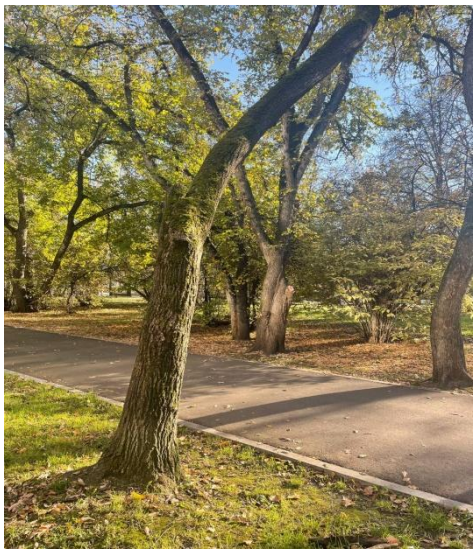


Рис. 5. Клен ясенелистный с замоховением ствола

Расположение аллейных посадок напрямую определяет их функциональную нагрузку и роль в структуре парка. Проведенный анализ позволил выявить функции аллей: центральная ось парка образована первой аллеей из липы мелколистной, выполняющей роль главной парадной магистрали.

Обладая значительными габаритами (277 м в длину и 10 м в ширину), эта аллея выполняет транзитную и репрезентативную функцию, связывая входную группу со стороны Пестеревского переулка с центральным ядром парка. От центрального ядра отходит вторая аллея, основное назначение которой – связующее и эстетическое. Она формирует плавный и визуально привлекательный переход от центральной части к спортивной зоне с беговой дорожкой. Транзитное направление от ул. Хомякова к центру парка задано третьей аллеей, которая также служит важным эстетическим элементом. Ответвляясь от третьей аллеи, пятая также проходит вдоль беговой дорожки, выполняя в первую очередь рекреационную функцию. Вдоль беговой дорожки, примыкая к Верх-Исетскому бульвару, пролегает четвертая аллея, чьей ключевой задачей являются защитная и направляющая функции. Правее четвертой, вблизи Верх-Исетского бульвара, расположена шестая аллейная посадка, предназначенная главным образом для защиты. Защитная функция является основной и для седьмой аллейной посадки, находящейся справа от центральной оси парка.

В ходе инвентаризации было установлено, что большинство деревьев находится в удовлетворительном и ослабленном состоянии. Выявлены некоторые проблемы: мох на стволах клена и тополя, сухие ветви у большинства деревьев, большие промежутки между посадками в некоторых аллеях.

Проведенная работа показала, что аллейные посадки являются основным структурным, регулирующим и эстетическим элементом парка им. XXII Партсъезда и, несмотря на общее удовлетворительное состояние, им требуется плановый уход, санитарные обрезки, восстановительные посадки и регулярный мониторинг.

Список источников

1. Благоустройство парка XXII Партсъезда // 300.Екатеринбург.РФ : [сайт]. URL: https://300.екатеринбург.рф/residents/kachestvo-zhizni/park-xxii-partsezda/ (дата обращения: 03.11.2025).

2. Аткина Л. И., Абрамова Л. П., Булатова Л. В. Природные элементы в структуре городских парков города Екатеринбурга // Успехи современного естествознания. 2022. № 10. С. 13–19. URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37901 (дата обращения: 03.11.2025).

3. Никитина Е. С., Ланецкая Е. А., Сродных Т. Б. Анализ состояния аллейных посадок в парках Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов, Екатеринбург, 03–13 апреля 2023 г. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 230–234.

Научная статья
УДК 504.06

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В РАЙОНАХ СТАРОЙ И СОВРЕМЕННЫХ ЗАСТРОЕК

Артем Романович Рожко[1], Данил Андреевич Черемисин[2], Валерий Николаевич Денеко[3], Алена Викторовна Григорьева[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] KingArtJin453@yandex.ru
[2] danilceremisin933@gmail.com
[3] deneko.v@bk.ru
[4] grigorievaav@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье анализируется уровень озеленения старых и современных районов Екатеринбурга, выявлены несоответствия нормативам и предложены меры по увеличению зеленых насаждений.

Ключевые слова: озеленение, городская среда, селитебные территории, Екатеринбург

Для цитирования: Сравнительная характеристика уровня озеленения на селитебных территориях в районах старой и современных застроек / А. Р. Рожко, Д. А. Черемисин, В. Н. Денеко, А. В. Григорьева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 272–275.

© Рожко А. Р., Черемисин Д. А., Денеко В. Н., Григорьева А. В., 2026

Original article

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE LEVEL OF LANDSCAPING IN RESIDENTIAL AREAS IN DISTRICTS OF OLD AND MODERN BUILDINGS

Artyom R. Rozhko[1], Danil A. Cheremisin[2], Valery N. Deneko[3], Alyona V. Grigorieva[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] KingArtJin453@yandex.ru
[2] danilceremisin933@gmail.com
[3] deneko.v@bk.ru
[4] grigorievaav@m.usfeu.ru

Abstract. The article analyzes the level of landscaping in old and modern districts of Ekaterinburg, identifies non-compliance with regulations, and proposes measures to increase green plantations.

Keywords: landscaping, urban environment, residential areas, Ekaterinburg

For citation: Sravnitel`naya xarakteristika urovnya ozeleneniya na selitebny`x territoriyax v rajonax staroj i sovremenny`x zastroek [Comparative characteristics of the level landscaping in residential areas in districts of old and modern buildings] (2026) A. R. Rozhko, D. A. Cheremisin, V. N. Deneko, A. V. Grigorieva. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 272–275. (In Russ).

Создание гуманной среды для человека в местах его проживания является одной из основных задач градостроительства. Связано это с тем, что значительная часть различных групп населения проводит свое основное время на дворовых территориях: дошкольники, дети младшего школьного возраста, подростки, пенсионеры.

Вместе с тем человек, создавая комфортные условия для себя, полностью игнорирует создание условий для животных, хотя бы для птиц, которые вполне могут проживать в границах города и поддерживать в какой-то мере на более высоком уровне экологическую составляющую городской среды.

Все эти задачи решаются за счет озеленения дворовых территорий: посадок деревьев, кустарников, лиан, формирования газонов и цветочных композиций.

Нами были проанализированы уровни озелененности селитебных территорий в старых районах г. Екатеринбурга и в новых городских районах,

которые были застроены в последние годы. Всего было выбрано по восемь жилых кварталов в каждом из исследуемых вариантов методом случайной выборки.

Согласно приказу Минстроя России от 30.12.2016 № 1034/пр, площадь озелененной территории микрорайона (квартала) многоквартирной застройки жилой зоны должна составлять не менее 25 % площади территории квартала*.

При исследовании были получены следующие результаты.

Доля зеленых насаждений от площади всего квартала (доля озелененности) составила в старых районах в среднем 37 % (варьирование данных от 20 до 76 %), в новых – 16 % (варьирование данных от 9 до 32 %), т. е. практически меньше в 2,3 раза.

Фактическая норма озеленения на одного человека в старой застройке в среднем 10 м^2 (варьирование данных от 2,4 до 26 м^2), в новой соответственно 2,44 м^2 (варьирование данных от 1,4 до 4,7 м^2), т. е. меньше в 4 раза.

Доля асфальтовых покрытий территории квартала в старых районах – 43 %, в новых районах – 68 %, т. е. в новых районах доля асфальтовых покрытий выше в 1, 5 раза.

Как видим по полученным данным, новые районы города не отвечают требованиям приказа Минстроя России.

В связи с этим мы предлагаем использовать крыши зданий для озеленения после соответствующей проектной доработки их конструкции. В этом случае норма озеленения на человека в новых кварталах может увеличиться на 3 м^2 и составит 5,44 м^2.

В случае использования под озеленение дополнительно только крыш зданий в новых районах уровень озелененности составит 32 %, что уже будет отвечать нормативным требованиям.

Дополнительно мы предлагаем проектировать «зеленые» здания, которые подразумевают «зеленые комнаты» площадью 3–6 м^2 для каждой из квартир. Все это также позволит увеличить площадь озеленения на человека на 1–2 м^2. И в этом случае возможно увеличение нормы озеленения до 7,5 м на человека.

В итоге при использовании для озеленения дополнительно к существующему озеленению крыш домов и «зеленых комнат» уровень озелененности в жилых квартала новой застройки составит 43 %.

Для озеленения на крышах можно применять газонную растительность с посадками низкорослых кустарников, лиан, устройства декоративных водоемов и т. д. Все эти мероприятия не требуют значительных затрат при соответствующем проектировании зданий с учетом поставленных задач.

---

* СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89* : утв. приказом Минстроя России от 30.12.2016 № 1034/пр ; ред. от 31.05.2022. М. : Минстрой России, 2016.

В тех случаях, где в новых районах уже выполнены работы по строительству зданий следует планировать микрорайонные сады из расчета 3,0–3,5 м^2 на одного жителя. При среднем количестве проживающих в микрорайоне 5000 чел. площадь микрорайонного сада составит 1,5–2,0 га.

Устройство микрорайонных садов на территориях современной застройки должно быть обязательным, с этой целью эту норму надо закрепить законодательно в своде правил по градостроительству.

Предлагаемые нами решения позволят создать более комфортные условия для людей, проживающих в условиях современной застройки, а также улучшить состояние экологической среды в целом в г. Екатеринбурге.

Научная статья
УДК 574

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ПРОЦЕССОВ РОСТА СОРТА ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ АПОРТ АЛМААТИНСКИЙ В УРАЛЬСКОМ САДУ ЛЕЧЕБНЫХ КУЛЬТУР ИМ. ПРОФЕССОРА Л. И. ВИГОРОВА

Кристина Алексеевна Рожкова[1], Алина Артуровна Фатыкова[2], Елена Александровна Тишкина[3], Павел Александрович Мартюшов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] krisrozhovo@gmail.com
[2] linafatykova@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru
[4] martyushovpa@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния природно-климатических факторов на динамику роста и развития вегетативных побегов на растениях сорта яблони домашней Апорт в коллекции Уральского сада лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова.

Ключевые слова: *Malus domestica,* коллекция, прирост, вегетативный побег

Для цитирования: Оценка влияния природно-климатических факторов на динамику процессов роста сорта яблони домашней Апорт алмаатинский в Уральском саду лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова / К. А. Рожкова, А. А. Фатыкова, Е. А. Тишкина, П. А. Мартюшов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 276–279.

© Рожкова К. А., Фатыкова А. А., Тишкина Е. А., Мартюшов П. А., 2026

Original article

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF NATURAL AND CLIMATIC FACTORS ON THE GROWTH PROCESSES DYNAMICS OF THE APPLE CULTIVATED VARIETY APORT ALMAATINSKY IN THE URAL GARDEN OF MEDICINAL CROPS NAMED AFTER PROFESSOR L. I. VIGOROV

Kristina A. Rozhkova[1], Alina A. Fatykova[2], Elena A. Tishkina[3], Pavel A. Martyushov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] krisrozhovo@gmail.com
[2] linafatykova@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru
[4] martyushovpa@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the research of the influence of natural and climatic factors on the dynamics of growth and development of vegetative shoots on apple cultivated variety Apport in the collection of the Ural Garden of Medicinal crops named after Professor L. I. Vigorov**.**

Keywords: *Malus domestica*, collection, growth, vegetative shoot

For citation: Ocenka vliyaniya prirodno-klimaticheskix faktorov na dinamiku processov rosta sorta yabloni domashnej Aport Almaatinskij v Ural`skom sadu lechebny`x kul`tur imeni professora L. I. Vigorova [Assessment of the influence of natural and climatic factors on the growth processes dynamics of the apple cultivated variety Apport Almatautinsky in the Ural Garden of Medicinal crops named after Professor L. I. Vigorov] (2026) K. A. Rozhkova, A. A. Fatykova, E. A. Tishkina, P. A. Martyushov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 276–279. (In Russ).

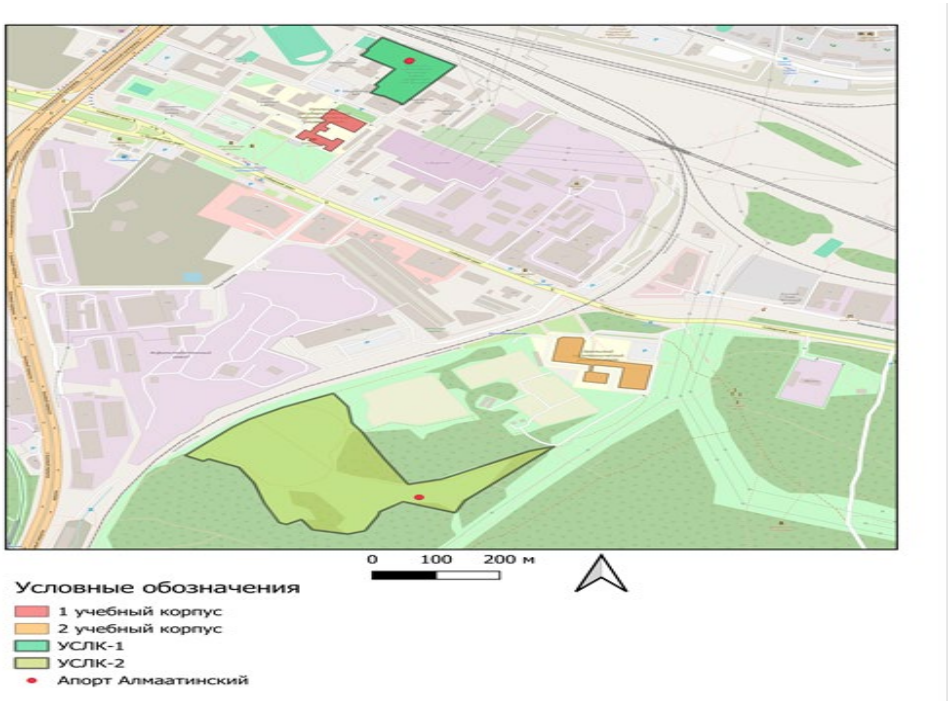
Уральский сад лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова – уникальный объект, главной задачей которого является выращивание разнообразных культур с высоким содержанием биологически активных веществ. Спустя долгие годы работы в саду была собрана огромная коллекция плодовых и ягодных растений, где особенно много уникальных сортов яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.) [1–3].

Целью работы является изучение динамики роста и развития вегетативных побегов на растениях сорта яблони домашней Апорт алмаатинский.

Исследования проводились на территории Уральского сада лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова (УСЛК), г. Екатеринбург,

Свердловская область, на двух территориях – УСЛК-1 и УСЛК-2 (рисунок) в 2022–2024 гг.

Для исследования был взят сорт яблони домашней Апорт алмаатинский (*Malus domestica* Borkh.) на двух территориях Уральского сада лечебных культур в течение вегетационного периода 2022–2024 гг. Измерялись длина и диаметр 20 однолетних побегов один раз в неделю.



Территориальное расположение УСЛК-1 и УСЛК-2

По результатам исследований длины и диаметра однолетних вегетативных побегов сорта Апорт алмаатинский было выявлено, что на территории УСЛК-2, где сорт был привит в ходе создания резервного участка, побеги имели наибольшую высоту и диаметр во все года проведенных наблюдений в период с 2022 по 2024 гг. Чем моложе растение, тем активнее идут ростовые процессы, что и подтвердилось на территории УСЛК-2 в ходе проведенных измерений.

Проведение таких измерений позволяет выявить темпы прироста побегов в длину и в диаметре, в какой период прирост наибольший, начало и окончание ростовых процессов. Данные параметры зависят не только от возраста растений, но и тесно связаны с климатическими условиями. У яблони домашней пики прироста в высоту и в диаметре побегов наблюдались в периоды со средней температурой воздуха выше +20 °С и при выпадении большого количества осадков. Ростовые процессы оканчиваются в сентябре-октябре в зависимости от продолжительности вегетационного периода. Прирост побега в диаметре заканчивается позже, чем прирост в высоту. Наибольший прирост у побегов наблюдался в 2023 г.

В период исследований (2022–2024 гг.) особенно интересным оказался 2023 г., где наблюдалось множество особенностей природно-климатических условий: положительная среднемесячная температура в марте, большое количество осадков в летний и осенний периоды, продолжительная теплая осень.

Ввиду большого возраста многих растений на мемориальной территории, в том числе и яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.), основной задачей сотрудников УСЛК на ближайшее время является сохранение уникального генофонда УСЛК-1 посредством поддержания состояния растений на старой территории, а также создания резервной коллекции на территории УСЛК-2.

Список источников

1. Вигоров Л. И. Избранные труды. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. С. 259.

2. Крючков В. А., Петров А. П., Ладейщикова Л. А. Уральский сад лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 205 с.

3. Вигоров Л. И. Сад лечебных культур. Свердловск : Ср.-Урал. кн. изд-во,1976. 172 с.

Научная статья
УДК 630*182.46

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ В УКТУССКОМ И ЮГО-ЗАПАДНОМ ЛЕСНЫХ ПАРКАХ В ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *ACER NEGUNDO* L.

Екатерина Алексеевна Русинова[1], Валерия Александровна Саранчук[2], Елена Александровна Тишкина[3], Наталья Валентиновна Марина[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] thisiskotarohayama@gmail.com
[2] valeriya.saranchuk@bk.ru
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru
[4] marinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена установлению влияния аллелопатической активности клена ясенелистного на травянистый покров в Уктусском и Юго-Западном лесных парках Екатеринбурга.

Ключевые слова: *Acer negundo,* клен ясенелистный, фитотоксичность, лесные парки, почва

Для цитирования: Сравнительный анализ фитотоксичности почв в Уктусском и Юго-Западном лесных парках в оценке потенциальной аллелопатической активности *Acer negundo* L. / Е. А. Русинова, В. А. Саранчук, Е. А. Тишкина, Н. В. Марина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 280−283.

© Русинова Е. А., Саранчук В. А., Тишкина Е. А., Марина Н. В., 2026

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOIL PHYTOTOXICITY IN UKTUS AND SOUTHWESTERN FOREST PARKS IN ASSESSING POTENTIAL ALLELOPATHIC ACTIVITY OF *ACER NEGUNDO* L.

Ekaterina A. Rusinova[1], Valeria A. Saranchuk[2], Elena A. Tishkina[3], Natalya V. Marina[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] thisiskotarohayama@gmail.com
[2] valeriya.saranchuk@bk.ru
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru
[4] marinanv@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the establishment of the allelopathic activity of box elder Acer negundo L. on the herbaceous cover in Uktus and Southwestern forest parks of Ekaterinburg.

***Keywords*:** *Acer negundo*, box elder, phytotoxicity, forest parks, soil

***For citation*:** Sravnitel`ny`j analiz fitotoksichnosti pochv v Uktusskom i Yugo-Zapadnom lesny`x parkov v ocenke potencial`noj allelopaticheskoj aktivnosti *Acer Negundo* L. [Comparative analysis of soil phytotoxicity in Uktus and Southwestern Forest Parks to assessing potential allelopathic activity of *Acer negundo* L.] (2026) E. A. Rusinova, V. A. Saranchuk , E. A. Tishkina, N. V. Marina. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 280–283. (In Russ).

Одним из вероятных механизмов экологического успеха чужеродных инвазивных растений во вторичных ареалах, посредством которого они влияют на местные растения и сообщества, является аллелопатия [1–2].

Целью исследования был анализ экспериментальных данных по влиянию клена ясенелистного на травянистый ярус в Уктусском и Юго-Западном лесных парках. Работа была сделана в 2021 г. в четырех местообитаниях клена в Уктусском и семи в Юго-Западном лесных парках Екатеринбурга (рисунок). Были взяты участки с генеративными и прегенеративными экземплярами клена, а также без него (табл. 1) с помощью метода конверта по пять точечных проб почвы.

Определение фитотоксичности почвы проводили методом биотестирования [3]. Для изучения растительного покрова были заложены площадки согласно методике Н. П. Буньковой и проведены геоботанические описания [4].



Географическое положение Уктусского
и Юго-Западного лесных парков

Таблица 1

Исследуемые лесопарки с участками отбора образцов почв

Номер образца	Местообитания
Уктусский лесной парк	
1	Участки с генеративными экземплярами
2	Участки с прегенеративными экземплярами
3	Участки без клена
Юго-Западный лесной парк	
4	Участки с генеративными экземплярами
5	Участки с прегенеративными экземплярами
6	Участки без клена

На участках в Уктусском лесном парке установлено наибольшее видовое разнообразие травянистого покрова (28 видов), в то время как на участках в Юго-Западном лесном парке количество видов меньше (21 вид). В обоих лесных парках количество видов на контрольных участках (без клена) больше, чем на участках с кленом. Такое распределение видов может быть связано с аллелопатическим влиянием клена на травянистые растения, это и подтверждают опыты по фитотоксичности почвы. На исследуемых площадках клен ясенелистный оказывает неодинаковое аллелопатическое влияние на растительный покров (табл. 2).

Наибольший уровень фитотоксичности выявлен в местообитании одного лесного парка (Уктусский), где произрастают имматурные и виргинильные клены, в то же время генеративные особи также влияют, но в меньшей степени.

Таблица 2

Определение токсичности образцов грунта
на исследуемой территории

Номер образца	Результат
1	Среднетоксичная
2	Гипертоксичная
3	Слаботоксичная
4	Среднетоксичная
5	Среднетоксичная
6	Слаботоксичная

В опытах по оценке фитотоксичности почв с участием *Acer negundo* показано, что клен влияет на растительный ярус в данных лесных парках, поэтому воздействия аллелопатического характера могут быть реальным механизмом, обеспечивающим экологический успех *A. negundo* во вторичном ареале.

Список источников

1. Klironomos J. N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities // Nature. 2002. Vol. 417, № 6884. P. 67–70.

2. Callaway R. M., Ridenour W. M. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability // Front. Ecol. Environ. 2004. Vol. 2, № 8. P. 436–443.

3. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10–04. Токсикологические методы анализа. М., 2004.

4. Основы фитомониторинга. Изд. 3-е, доп. и перераб. / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.

Научная статья
УДК 614.849

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Мария Алексеевна Салямова[1], Ольга Ивановна Григорьева[2]
[1, 2] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1] mariasaliamova@yandex.ru
[2] grigoreva_o@list.ru

Аннотация. Рассматриваются важные аспекты борьбы с лесными пожарами: прогнозирование темпов роста площади пожаров в регионе Ляншань, Китай, с использованием ансамблевой модели GWO-XGBoost, которая учитывает климатические, географические и социально-экономические факторы.

Ключевые слова: прогнозирование лесных пожаров, лесные пожары, распознавание дыма

Для цитирования: Салямова М. А., Григорьева О. И. Современные методы обнаружения лесных пожаров // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 284−287.

Original article

MODERN FOREST FIRE DETECTION METHODS

Maria A. Salyamova[1], Olga I. Grigorieva[2]
[1, 2] Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia
[1] mariasaliamova@yandex.ru
[2] grigoreva_o@list.ru

Abstract. Important aspects of forest fire control are considered: forecasting the rate of fire area growth in the Liangshan region, China, using the GWO-XGBoost ensemble model, which takes into account climatic, geographical and socio-economic factors.

Keywords: forest fire forecasting, forest fires, smoke detection

© Салямова М. А., Григорьева О. И., 2026

For citation: Salyamova M. A., Grigorieva O. I. (2026) Sovremenny`e metody` obnaruzheniya lesny`x pozharov [Modern forest fire detection methods]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 284–287. (In Russ).

Известно, что одним из ключевых факторов успешной борьбы с лесными пожарами является их ранее обнаружение [1]. В данной статье анализируются иностранные источники по современным достижениям в данной области. В статье «Прогнозирование темпов роста площади лесных пожаров с помощью ансамблевого алгоритма» [2] авторы описывают острую проблему пожаров и пример решения для региона Ляншань, Китай. Из-за уникальных географических и климатических условий регион префектуры Ляншань очень подвержен крупным пожарам. Существует острая необходимость в изучении темпов роста площадей, пострадавших от пожаров, чтобы восполнить пробел в исследованиях в этом регионе. Для решения этой проблемы в данном исследовании используется алгоритм Grey Wolf Optimizer (GWO) для оптимизации гиперпараметров в модели eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), что позволяет построить модель GWO-XGBoost. В заключение оптимизированная ансамблевая модель (GWO-XGBoost) используется для создания карты предупреждения о темпах роста пожаров для префектуры Ляншань в провинции Сычуань, Китай, что позволяет восполнить пробел в исследованиях лесных пожаров в этом районе. В проведенном исследовании комплексно отобраны такие факторы, как месячный климат, месячная растительность, рельеф местности и социально-экономические аспекты, а также включены месячные данные повторного анализа из систем оценки лесных пожаров в Канаде, США и Австралии в качестве характеристик для построения набора данных о лесных пожарах. После тестов на коллинеарность для фильтрации избыточных характеристик и корреляционного анализа Пирсона для изучения характеристик, связанных со скоростью роста площади пожара, используется метод синтетической передискретизации меньшинства (SMOTE) для передискретизации образцов положительного класса. Алгоритм GWO используется для оптимизации гиперпараметров в модели XGBoost, создавая модель GWO-XGBoost, которая затем сравнивается с моделями XGBoost, Random Forest (RF) и Logistic Regression (LR). Результаты оценки модели показали, что модель GWO-XGBoost с значением AUC 0,8927 является наиболее эффективной моделью. Использование метода анализа значений SHapley Additive exPlanations (SHAP) для количественной оценки вклада каждого влияющего фактора показывает, что наибольший вклад вносит значение Ignition Component (IC) из Национальной системы оценки опасности пожаров США, за которым следуют среднемесячная температура и плотность

населения. Результаты карты предупреждения о скорости роста показали, что южная часть исследуемой территории является ключевой зоной предотвращения пожаров. Результаты показывают, что исследование прогнозирования темпов роста площади пожаров в данной работе является обоснованным. Благодаря углубленному анализу ключевых показателей работа предоставляет основанные на данных выводы для управления лесными пожарами на местном уровне, способствует принятию решений на основе данных и обеспечивает научную основу для предотвращения и управления пожарами в префектуре Ляншань.

В статье «Алгоритм раннего обнаружения дыма при лесных пожарах» [3] говорится о том, что лесные пожары требуют быстрого и точного раннего обнаружения дыма, чтобы минимизировать ущерб. В исследовании, представленном в статье, основное внимание уделяется использованию методов распознавания дыма для систем раннего предупреждения при обнаружении лесных пожаров, при этом дым определяется как основной индикатор. Существенным препятствием является отсутствие крупномасштабного набора данных для раннего обнаружения дыма от лесных пожаров в реальных условиях. Видеозаписи раннего дыма имеют такие характеристики, как небольшие, медленно движущиеся и/или полупрозрачные по цвету дымовые шлейфы, а также включают изображения с фоновыми помехами, что создает серьезные проблемы для практических алгоритмов распознавания. Для решения этих проблем в статье представлен набор данных реальных видеозаписей раннего мониторинга дыма в качестве базового ресурса. Предлагаемая сеть 4D-улучшения движущихся целей на основе внимания включает важный модуль сортировки кадров, который адаптивно выбирает необходимые последовательности кадров для улучшения обнаружения медленно движущихся целей дыма. Кроме того, введен модуль 4D-улучшения движущихся целей на основе внимания для уменьшения помех от объектов, похожих на дым, и улучшения распознавания легкого дыма на начальных этапах. Кроме того, представлен модуль многомасштабного слияния высокого разрешения, включающий слой распознавания небольших целей дыма для улучшения способности сети их обнаруживать. Это исследование представляет собой значительный прогресс в области раннего обнаружения дыма для наблюдения за лесными пожарами и имеет практическое значение для улучшения управления пожарами. Для решения проблем раннего распознавания дыма, которые в настоящее время существуют при лесных пожарах, в обозреваемой статье предлагается 4D-MENet (4D attention-based motion target enhancement network – сеть улучшения целей движения на основе 4D-внимания), предназначенная для раннего распознавания дыма на видеомониторах мониторинга лесных пожаров, в котором представлены три модуля: FS, 4D-ME и HFM в сети RGB-I3D, что значительно улучшает производительность сети. В то же время в данной статье интегрирован более крупный набор данных видеозаписей раннего дыма от лесных пожаров

в реальных сценариях, помеченных 6250 метками классификации видео, что создает более прочную основу для будущих практических применений. Результаты экспериментов показывают эффективность алгоритма, достигающего 95,62 % воспроизводимости на наборе данных Forest Smoke, 4,12 % ложных срабатываний и выдающихся показателей F1 на трех подмножествах набора данных RISE (0,85, 0,85 и 0,90 соответственно). В перспективе будущие исследования будут посвящены изучению различных вариантов реализации алгоритма, включая распознавание дыма в ночное время в сложных условиях окружающей среды. Алгоритм распознавания дыма, представленный в данном исследовании, демонстрирует применимость не только в области мер безопасности при лесных пожарах, но и в различных других сценариях, включая пожары в городах и помещениях. Такой широкий спектр применения направлен на смягчение последствий пожаров для общественной инфраструктуры и благополучия людей.

В заключение можно отметить важность и эффективность использования современных методов машинного обучения и анализа данных для прогнозирования и раннего обнаружения лесных пожаров. В первом исследовании разработана оптимизированная ансамблевая модель GWO-XGBoost, которая успешно предсказывает темпы роста площади пожаров в регионе Ляншань, учитывая широкий спектр факторов и обеспечивая практическую карту предупреждения [2]. Во втором исследовании представлен прогрессивный алгоритм распознавания дыма на видеозаписях, значительно повышающий точность раннего обнаружения и расширяющий возможности мониторинга в реальных условиях. Совместно эти работы демонстрируют значительный прогресс в области предотвращения и управления лесными пожарами, способствуя более своевременным и обоснованным мерам по снижению ущерба и обеспечению безопасности [3].

Список источников

1. Теоретическое исследование процесса разрушения массива грунта сферическими ножами при использовании комбинированных конструкций грунтометов для тушения лесных пожаров / В. Я. Шапиро, О. И. Григорьева, И. В. Григорьев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 1 (361). С. 61–69.

2. Zhang L., Shi C., Zhang F. Predicting Forest Fire Area Growth Rate Using an Ensemble Algorithm // Forests. 2024. № 15. P. 1493. DOI: 10.3390/f15091493

3. Early Smoke Recognition Algorithm for Forest Fires / Y. Wang, Y. Piao, Q. Wang [et al.] // Forests. 2024. № 15. P. 1082. DOI: 10.3390/f15071082

Научная статья
УДК 631.11

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Вера Анатольевна Селякова[1], Дарья Михайловна Корякина[2]
[1, 2] Вологодская Государственная молочно-хозяйственная академия,
с. Молочное Вологодско области, Россия
[1] vera.selyakova25@yandex.ru
[2] koryakina.dary@yandex.ru

Аннотация. В работе представлен анализ изменений по использованию земель сельскохозяйственного назначения в Вологодской области. За период 2020–2024 гг. площадь земельного фонда сократилась до 1618,3 тыс. га (более 11 % от площади земельного фонда).

Ключевые слова: земельный фонд, естественное зарастание

Для цитирования: Селякова В. А., Корякина Д. М. Анализ хозяйственного использования земель сельскохозяйственного назначения Вологодской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 288−292.

Original article

ANALYSIS OF ECONOMIC USE OF AGRICULTURAL LANDS IN THE VOLOGDA REGION

Vera A. Selyakova[1], Daria M. Koryakina[2]
[1, 2] Vologda State Agricultural Academy, Vologda-Molochnoye, Russia
[1] vera.selyakova25@yandex.ru
[2] koryakina.dary@yandex.ru

Abstract. The paper presents an analysis of changes in the use of agricultural lands in the Vologda Region. Over the period 2020–2024, the area of the land fund decreased to 1,618.3 thousand hectares (more than 11 % of the land fund area).

Keywords: land fund, natural overgrowth

© Селякова В. А., Корякина Д. М., 2026

For citation: Selyakova V. A., Koryakina D. M. (2026) Analiz xozyajstvennogo ispol`zovaniya zemel` sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya Vologodskogo oblasti [Analysis of economic use of agricultural lands in the Vologda Region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 288–292. (In Russ).

Земли сельскохозяйственного назначения при их неиспользовании исключаются из хозяйственного оборота, зарастают сорной растительностью [1]. В связи с этим площадь земельного фонда, вовлекаемого в сельскохозяйственное производство, имеет тенденцию к уменьшению. При этом урожайность сельскохозяйственных культур напрямую зависит от состояния почвы, ее характеристик и режима использования.

Постоянное повышение продуктивности земли является важнейшей задачей государства. От ее успешного решения во многом зависит развитие остальных сфер экономики, улучшение уровня жизни населения России и укрепление национальной экономики в целом [2]. Необходимость применения эффективных форм хозяйствования обусловлена уникальными свойствами земли, как природного ресурса: многофункциональность, ограниченность, незаменимость другими ресурсами, невозможность перемещения, высокая плодородность, способность сохранять или даже улучшать свои свойства со временем.

Второй по площади категорией земель единого земельного фонда на территории Вологодской области являются земли сельскохозяйственного назначения. По состоянию на 01.01.2025 г. площадь этого природного ресурса составляет 1618,3 тыс. га, или более 11 % от общей площади земельного фонда региона (рис. 1) [3].



Рис. 1. Структура земельного фонда Вологодской области

Анализ статистических данных (таблица) показывает, что площадь земель сельскохозяйственного назначения на территории Вологодской области уменьшилась на 46,2 тыс. га в сравнении с таковой в 2017 г. Земли

населенных пунктов занимают 2023,7 тыс. га, земли промышленности и иного специального назначения – 139,4 тыс. га, земли особо охраняемых территорий и объектов – 140,8 тыс. га, земли лесного фонда – 11517,0 тыс. га, земли запаса – 833,5 тыс. га. Следует отметить, что за рассматриваемый период площадь земель населенных пунктов увеличилась на 3 тыс. га, площадь земель лесного фонда – на 42,5 тыс. га.

Динамика изменений площадей земельного фонда за 2020–2024 гг., тыс. га

Категория земель	2020	2021	2022	2023	2024	2020 г. к 2024 г. (+/–)
Земли сельскохозяйственного назначения	1663,4	1663,3	1619,0	1618,4	1618,3	–45,1
Земли населенных пунктов	202,6	202,8	203,3	203,6	203,7	1,1
Земли промышленности и иного специального назначения	138,2	138,3	138,5	139,1	139,4	1,2
Земли особо охраняемых территорий и объектов	139,8	139,8	139,9	140,6	140,8	1
Земли лесного фонда	11473,4	11473,4	11517,0	11517,0	11517,0	43,6
Земли запаса	835,3	835,1	835,0	834,0	833,5	–1,8

Значительные изменения произошли и по категориям земель сельскохозяйственного назначения (рис. 2). Отрицательная динамика фиксировалась в период с 1991 по 2001 гг. По истечении этого периода значительных изменений не происходило.

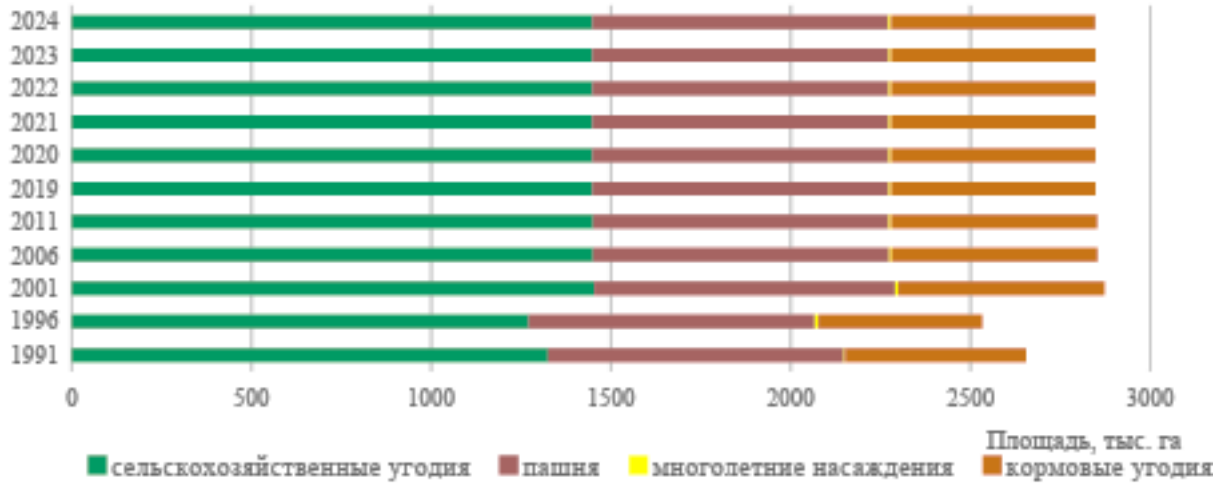


Рис. 2. Изменения площади земельного сельскохозяйственного фонда по категориям целевого назначения

Эти негативные изменения отразились и на производительности этих угодий. Урожайность при заготовке сена многолетних и однолетних трав снизилась в среднем на 36 % (рис. 3). По другим сельскохозяйственным

культурам такой закономерности нами по отчетным данным не выявлено. Основной причиной являлось неиспользование части сельскохозяйственных площадей по целевому назначению. Кроме этого, некоторые земельные участки заросли кустарниковой и древесной растительностью.

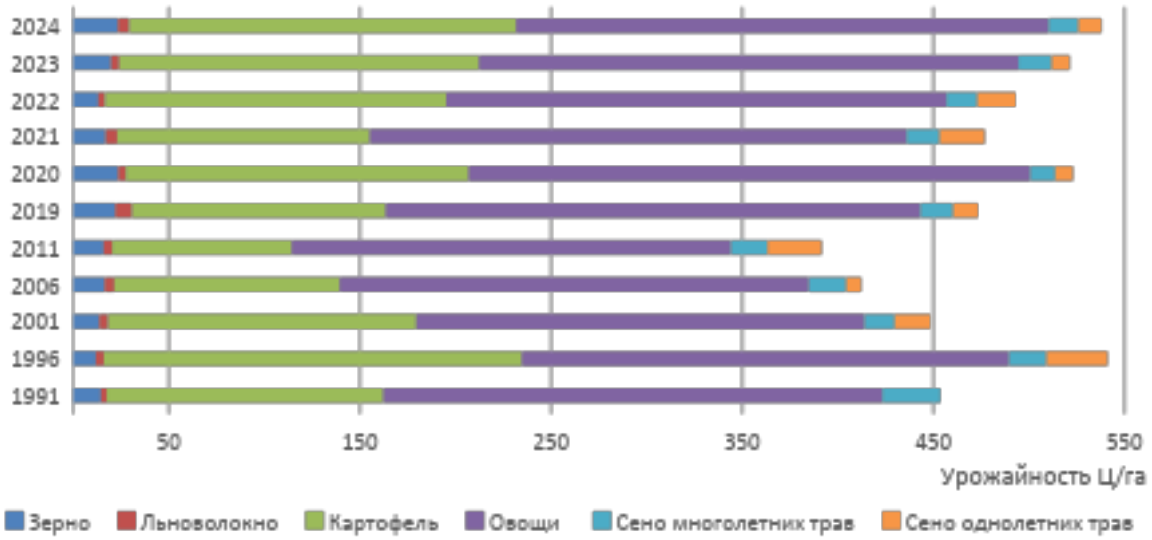


Рис. 3. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур
за период 1991–2024 гг.

Неиспользуемые площади под пашни в Вологодской области достигают 337,483 тыс. га (по состоянию на 01.01.2024 г.). При этом в официальных источниках информации отсутствуют сведения о степени зарастания древесной и кустарниковой растительностью на этой категории земель. Так, например, объект исследования – земли, расположенные в Вологодском муниципальном округе Вологодской области (рис. 4).



Рис. 4. Объект мониторинговых наблюдений

Помимо защитных полос, ограждающих поле, фиксируется площадь с наличием нежелательной растительности. При этом степень зарастания на таких категориях земель в зависимости от давности прекращения хозяйственной деятельности характеризуется разными площадными характеристиками, видовым составом кустарниковой и древесной растительности, их количественными и качественными характеристиками.

Для оценки степени зарастания, определения возможности вовлечения в хозяйственных оборот таких земель без значительных затрат требуется комплексная оценка. В связи с этим планируются организация и выполнение работ (на примере выделенного земельного участка) по определению количественных и качественных характеристик лесных насаждений, возобновившихся на месте не используемых в хозяйственном обороте пашен.

Список источников

1. Минаков И. А. Экономика сельского хозяйства : учебное пособие. 3-е изд., доп. и перераб. М. : ИНФРА-М, 2014. 352 с.

2. Статистический ежегодник Вологодской области. Вологда, 2024. 329 с.

3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2023 году. М. : Росинформагротех, 2024. 414 с.

Научная статья
УДК 504.062.4

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ *SCUTELLARIA HASTIFOLIA* L.

Виктория Сергеевна Смирнова[1], Ольга Николаевна Ситникова[2]
[1, 2] Костромской государственный университет, Кострома, Россия
[1] s_vs26@internet.ru
[2] sitnikova.olga1989@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены исследования технологии микроклонального размножения *Scutellaria hastifolia L.* на различных питательных средах.

Ключевые слова: микроклональное размножение, *Scutellaria hastifolia* L.

Для цитирования: Смирнова В. С., Ситникова О. Н. Технология микроклонального размножения *Scutellaria hastifolia* L. // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 293–297.

Original article

MICROCLONAL PROPAGATION TECHNOLOGY OF *SCUTELLARIA HASTIFOLIA* L.

Viktoria S. Smirnova[1], Olga N. Sitnikova[2]
[1, 2] Kostroma State University, Kostroma, Russia
[1] s_vs26@internet.ru
[2] sitnikova.olga1989@yandex.ru

Abstract. This article presents research on the technology of microclonal propagation of *Scutellaria hastifolia* L. on various nutrient media.

Keywords: microclonal propagation, *Scutellaria hastifolia* L.

For citation: Smirnova V. S., Sitnikova O. N. (2026) Texnologiya mikroklonal`nogo razmnozheniya *Scutellaria hastifolia* L. [Microclonal propagation technology of *Scutellaria hastifolia* L.]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 293–297. (In Russ).

© Смирнова В. С., Ситникова О. Н., 2026

На данный момент во всем мире остро стоит вопрос о сохранении численности исчезающих видов. Виды могут оказываться на грани исчезновения из-за различных факторов воздействия окружающей среды, человека или из-за сложности процесса размножения. Поэтому использование микроклонального размножения исчезающих видов как никогда актуально в наше время. Микроклонирование наиболее целесообразно использовать для размножения исчезающих видов растений, так как они начнут обладать устойчивостью к вредителям и болезням или выдающимися показателями скорости роста [1]. Шлемник копьелистный (*Scutellaria hastifolia* L.) – это многолетнее корневищное травянистое растение высотой до 40 см [2]. Растет по берегам рек, опушкам широколиственных лесов и кустарниковых зарослей, в том числе на островах Костромского разлива. Известно шесть местонахождений вида. Уязвим в связи с ограниченностью подходящих местообитаний в области. Имеет статус Категория 3 (редкий вид) [3]. Стебли, полегающие или приподнимающиеся, часто по ребрам опушенные. Листья копьевидные, при основании с 2–3 зубцами, а далее цельнокрайние, сверху обычно голые, а снизу коротко опушенные [2].

Для введения в культуру *in vitro* были использованы вегетативные части *S. hastifolia* L. Доноры эксплантов были взяты в дубраве вблизи дер. Аганино Костромского района 21 июня, 11 июля и 13 сентября 2024 г. Для получения асептических линий изучаемых объектов, а также стерилизации питательных сред применялись общепринятые методы стерилизации [4]. Основным методом, использованным для культивирования избранных объектов, был пассаж стерильных эксплантов на различные питательные среды.

В ходе исследования 24 июня была совершена первая посадка восьми эксплантов шлемника копьелистного (*S. hastifolia*) на среду MS 1.0 БАП 0.1 НУК. На 18-й день (11.07) из восьми эксплантов два были нестерильными морфогенными (25 %), а шесть – нестерильными неморфогенными (75 %).

В дальнейшем произвели посадку двух морфогенных эксплантов на чистую среду MS для того, чтобы спасти морфогенный материал из нестерильной среды (рис.1).

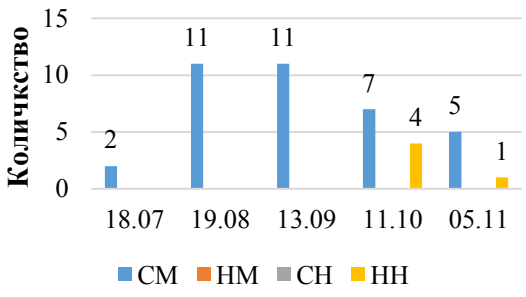


Рис. 1. Первая посадка шлемника копьелистного (*S. hastifolia*)
на среду MS (СМ – стерильный морфогенный, НМ – нестерильный морфогенный,
СН – стерильный неморфогенный, НН – нестерильный неморофогенный)

На 57-й день (19.08), когда пересаженные экспланты достигали в высоту 5 см, данные растения были разделены на 12 эксплантов и пересажены на среду MS.

Через 53 дня (11.10) было обнаружено восемь стерильных морфогенных растений (66 %) и четыре неморфогенных нестерильных (34 %). Из морфогенных растений было выбрано два, которые в дальнейшем были разделены на четыре экспланта и посажены на среду MS 1.0 БАП 0.1 НУК, остальные морфогенные растения продолжали свое развитие на среде MS. Это было необходимо для чистоты эксперимента и сохранения стерильных морфогенных растений для дальнейшего опыта.

На 135-й день (05.11) исследования были зафиксированы пять стерильных морфогенных (84 %) растения и одно нестерильное неморфогенное (16 %) на среде MS, а на среде MS 1.0 БАП 0.1 НУК четыре нестерильных неморфогенных растения (100 %).

Параллельно этому 11 июля была совершена вторая посадка 12 эксплантов *S. hastifolia* на среду MS (рис. 2).

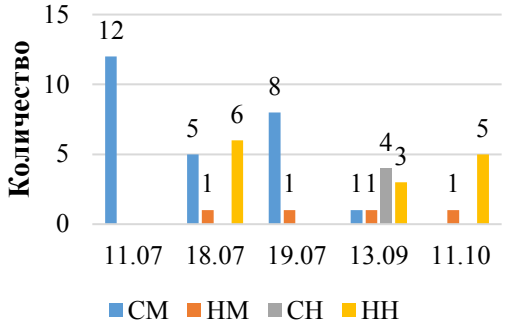


Рис. 2. Вторая посадка шлемника копьелистного (*S. hastifolia*) на среду MS (СМ – стерильный морфогенный, НМ – нестерильный морфогенный, СН – стерильный неморфогенный, НН – нестерильный немороfогенный)

На 8-й день (18.07) исследования были зафиксированы шесть нестерильных неморфогенных (50 %), пять стерильных морфогенных (41 %) и одно нестерильное морфогенное (9 %) растение.

На 40-й день (19.08) одно стерильное морфогенное растение было разделено на четыре экспланта и пересажено на среду MS для предотвращения угнетения роста из-за нехватки пространства пробирки для дальнейшего развития растения, остальные растения продолжали свое развитие в изначальных пробирках.

На 65-й день (13.09) образовались одно стерильное морфогенное (17 %), одно нестерильное морфогенное (17 %), четыре стерильных неморфогенных (66 %) растения. В дальнейшем 1 морфогенное растение было разделено на 4 экспланта и посажено на среду MS 1.0 БАП 0.1 НУК. Это было сделано для чистоты эксперимента и сохранения стерильных

морфогенных растений. Но на 118-й день (05.11) опыта данные экспланты преобразовались в три стерильных морфогенных (75 %) и одно стерильное неморфогенное (25 %) растение.

Также 13 сентября была совершена третья посадка семи эксплантов на среду ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК (рис. 3).

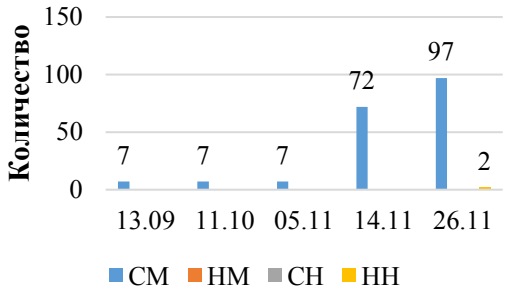


Рис. 3. Третья посадка шлемника копьелистного (S. hastifolia) на среду ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК (СМ– стерильный морфогенный, НМ – нестерильный морфогенный, СН – стерильный неморфогенный, НН – нестерильный неморофогенный)

На 29-й день (11.10) исследования растения образовали каллус и были стерильными, поэтому на 63-й день (14.11) были взяты три растения, разделены на 63 экспланта и пять каллусов и посажены на среду ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК, а на 75-й день (26.11) были взяты еще два растения, разделены на 25 эксплантов и четыре каллуса и пересажены на среду ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК. Разделение и пересадка вегетативных частей была совершена из-за большой высоты растений, составляющей 8 см, а каллуса – для сохранения меристематической ткани растений, которая в дальнейшем может преобразоваться в большое количество растений.

В итоге в ходе исследования было получено пять растений на среде MS, три растения на среде MS 1.0 БАП 0.1 НУК, 88 растений и девять каллусов на среде ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК.

По окончании эксперимента можно сделать вывод, что наилучшей средой для микроклонального размножения шлемника копьелистного (*S. hastifolia*) является ½ MS 1.0 БАП 0.1 НУК, так как именно на ней мы смогли воспроизвести наибольшее количество стерильных и морфогенных растений. Также именно на данной среде экспланты образовывали каллусную ткань, что дает нам возможность еще большего увеличения объемов посадочного материала, полученного путем микроклонального размножения. На хороший результат на данной среде также могла повлиять среда произрастания донора эксплантов третьей посадки, т. к. только он был взят не из природных условий, а выращен в помещении из корневища донора эксплантов первой посадки.

Список источников

1. Investigation of Growth Factors and Mathematical Modeling of Nutrient Media for the Shoots Multiplication In Vitro of Rare Plants of the Rostov Region / V. A. Chokheli, S. D. Bakulin, O. Y. Ermolaeva [et al.] // Horticulturae. 2023. № 9. P. 60. DOI: 10.3390/horticulturae9010060

2. Результаты флористических изысканий лаборатории устойчивости лесных экосистем на территории Костромской области 2007–2009 гг. / А. В. Немчинова, Н. В. Иванова, М. А. Голубева [и др.] // Регионы в условиях неустойчивого развития : материалы Международной научно-практической конференции (Кострома – Шарья, 2010 г.). Кострома, 2010. Т. 2. С. 209–214.

3. Красная книга Костромской области / науч. ред. М. В. Сиротина, А. Л. Анциферов, А. А. Ефимова. 2-е изд., перераб. и доп. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2019. 432 с.

4. Зонтиков Д. Н., Марамохин Э. В. Проблемы стерильности сред и растительных эксплантов культуры in vitro лаборатории клонального микроразмножения растений // Молодые ученые. 2014. № 8. С. 317–320.

Научная статья
УДК 582.475(477.61)

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В ГБУ ЛНР «ЛУГАНСКОЕ ЛЕСХОЗ»

Дмитрий Владимирович Сотников[1], Олеся Владимировна Грибачева[2], Наталия Сергеевна Сотникова[3], Ярослав Дмитриевич Сотников[4]
[1–4] Луганский государственный аграрный университет
имени К. Е. Ворошилова, Луганск, Россия
[1–4] kafles@mail.ru

Аннотация. В работе приведены данные по жизненному состоянию сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз». Наблюдения за *Pinus sylvestris* L. показали, что на всех трех пробных площадках древостой находится в здоровом состоянии, он устойчив к болезням и вредителям. В целом деревья показывают хороший рост и развитие на исследуемых участках.

Ключевые слова: ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз», *Pinus sylvestris* L., рост, развитие, древостой

Для цитирования: Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз» / Д. В. Сотников, О. В. Грибачева, Н. С. Сотникова, Я. Д. Сотников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 298−302.

Original article

ASSESSMENT OF THE VITAL CONDITION OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN THE SBI LPR “LUGANSK FORESTRY ENTERPRISE”

Dmitry V. Sotnikov[1], Olesya V. Gribacheva[2], Natalia S. Sotnikova[3], Yaroslav D. Sotnikov[4]
[1–4] Luhansk Voroshilov State Agricultural University, Lugansk, Russia
[1–4] kafles@mail.ru

Abstract. The paper presents data on the vital condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the SBI LPR “Lugansk Forestry Enterprise”. Observations of Pinus sylvestris L. have shown that the stands are in a healthy state at all three sample plots and they are resistant to diseases and pests. In general, the trees show good growth and development in the researched areas.

© Сотников Д. В., Грибачева О. В., Сотникова Н. С., Сотников Я. Д., 2026

Keywords: SBI LPR “Lugansk Forestry enterprise”, *Pinus sylvestris* L., growth, development, forest stand

For citation: Ocenka zhiznennogo sostoyaniya sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) v GBU LNR “Luganskoe lesxoz” [Assessment of the vital condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the SBI LPR “Lugansk forestry enterprise”] (2026) D. V. Sotnikov, O. V. Gribacheva, N. S. Sotnikova, Ya. D. Sotnikov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 298–302. (In Russ).

Жизненное состояние хвойных насаждений искусственного и естественного произрастания в Луганской Народной Республике на данный момент имеет стойкую тенденцию к уменьшению численности древостоя и ухудшению его жизненного состояния. Этому способствует разносторонняя деятельность человека, особенно загрязнение окружающей среды, а также различные заболевания и повреждения деревьев вредителями. Возрастающая эксплуатация лесных насаждений человеком требует разработки и создания, а в дальнейшем и внедрения высокопродуктивных технологий по выращиванию посадочного материала в лесных питомниках.

На данный момент серьезное внимание уделяется оценке жизненного состояния сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и закономерностей ее роста и развития. Данные наблюдения позволят дать объективную оценку жизненного состояния искусственно созданных насаждений на территории Луганской Народной Республики.

Цель исследования – оценка жизненного состояния *P. sylvestris* в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз».

Основным видом деятельности лесоохотничьего хозяйства ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз» является лесоводство и прочая лесохозяйственная деятельность. Территория предприятия относится к Донецкому кряжу. Почвенный покров – чернозем обыкновенный на разных породах (рис. 1).

Наблюдения за жизненным состоянием *P. sylvestris* проводились в 44 квартале, где были заложены три пробные площади. Оценка жизненного состояния *P. sylvestris* проводилась по методике В. А. Алексеева [1, 2].

Таксационные и лесоводственные показатели *P. Sylvestris* сведены в табл. 1.

Искусственные насаждения *P. Sylvestris* характеризовались следующими показателями возраст деревьев – 10 лет, полнота древостоя – 0,6–0,7 единиц, класс бонитета деревьев – 1, состав – 10 единиц.

При исследовании жизненного состояния древостоя (ЖСД) *P.Sylvestris* было обращено внимание на изучение основных морфологических показателей, которые приведены в табл. 2.

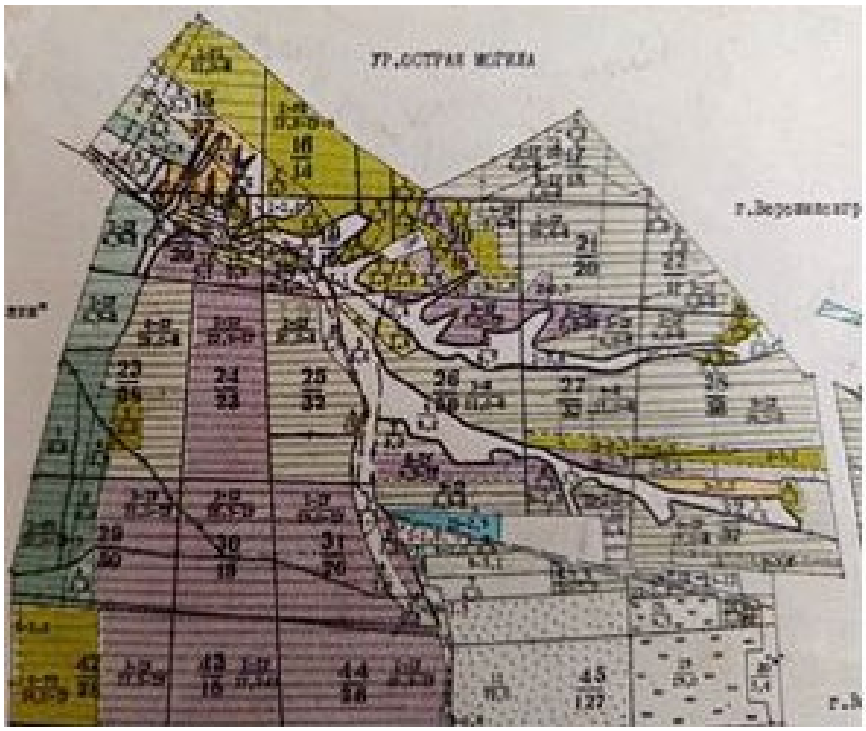


Рис. 1. Снимок участка проведения исследования
ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз»

Таблица 1

Общая характеристика *P. Sylvestris*

Таксационные показатели	Номер пробной площади		
	1	*2*	*3*
Состав	10	10	10
Возраст, лет	10	10	10
Класс бонитета	1	1	1
Полнота древостоя	0,6	0,7	0,6

Таблица 2

Морфологические показатели *P. Sylvestris*

Показатели	Номер пробной площади		
	1	*2*	*3*
Возраст, лет	10	10	10
Высота, м	3,9 ± 0,06	3,2 ± 0,12	3,4 ± 0,09
Диаметр ствола, см	3,5 ± 0,10	3,7 ± 0,09	3,4 ± 0,07
Протяженность кроны, м	2,4 ± 0,07	2,3 ± 0,05	2,5 ± 0,09
ЖСД, %	95,6	94,2	94,5
Категория состояния деревьев	Здоровые	Здоровые	Здоровые

После анализа данных морфологических показателей *P. Sylvestris* в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз» была отмечена определенная изменчивость показателей высоты древостоя (варьируется от 3,2 ± 0,12 до 3,9 ± 0,06 м) и диаметра ствола деревьев (от 3,4 ± 0,07 до 3,7 ± 0,09 см). Приведенные данные относительного жизненного состояния *P. Sylvestris* (94,2–95,6 %) подтверждают высокие показатели здоровья данного вида (рис. 2).



Рис. 2. Жизненное состояние *P. Sylvestris*
в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз»

Показатели ЖСД *P. Sylvestris* основываются на методе биоиндикации. Вид *P. Sylvestris* очень реагирует на загрязнение окружающей среды обитания. Для оценки состояния атмосферного воздуха используется биоиндикатор. Результаты наблюдений за *P. Sylvestris* сведены в табл. 3.

Таблица 3

Жизненное состояние *P. Sylvestris*

Номер ПП	Возраст, лет	ЖСД/ %				Итого шт./ %
		1	2	3	4	
1	10	212/88,3	16/6,7	10/4,2	2/0,8	240/100
2	10	210/85,0	20/8,1	17/6,9	–	247/100
3	10	208/88,1	12/5,1	9/3,8	7/3,0	236/100

Результаты таблицы позволяют сделать вывод о том, что 85,0–88,3 % деревьев на пробных участках характеризуются как здоровые. На долю ослабленных приходится 5,1–8,1 %, процент сильно ослабленных составляет 3,8–6,9 %, а усыхающих (сухих) – 0,8–3,0 %. Данные подтверждают высокий уровень жизненного состояния *P. Sylvestris* на трех пробных площадках в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз».

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Высота древостоя варьируется от 3,2 ± 0,12 до 3,9 ± 0,06 м.

2. Диаметр ствола деревьев колеблется от 3,4±0,07 до 3,7±0,09 см.

3. Количество здоровых деревьев *P. Sylvestris* составляет 94,2–95,6 %, что является высоким показателем ЖСД.

Список источников

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

2. Алексеев В. А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л. : Наука, 1990. С. 38–53.

Научная статья
УДК 630. 551.57

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТА ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ

Михаил Евгеньевич Степанов[1], Александр Александрович Елькин[2], Оксана Валерьевна Сычугова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mishastep321@gmail.com
[2] morton-tula@mail.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ показателей микроклимата под пологом лесного насаждения и на открытых участках местности. Сравнивались параметры температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра.

Ключевые слова: лесонасаждение, микроклимат, движение воздушных масс

Для цитирования: Степанов М. Е., Елькин А. А., Сычугова О. В. Особенности микроклимата под пологом лесонасаждения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 303−307.

Original article

FEATURES OF MICROCLIMATE UNDER THE FOREST PLANTATION CANOPY

Mikhail E. Stepanov[1], Alexander A. Elkin[2], Oksana V. Sychugova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mishastep321@gmail.com
[2] morton-tula@mail.ru
[3] sychugovaov@m.usfeu.ru

Abstract. A comparative analysis of microclimatic parameters under the forest plantation canopy and in open terrain sites was conducted. The research revealed differences in air temperature, humidity, and wind speed.

© Степанов М. Е., Елькин А. А., Сычугова О. В., 2026

Keywords: forest plantation, microclimate, movement air masses
For citation: Stepanov M. E., Elkin A. A., Sychugova O. V. (2026) Osobennosti mikroklimata pod pologom lesonasazhdeniya [Features of microclimate under the forest plantation canopy]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 303–307. (In Russ).

Лесные насаждения оказывают значительное влияние на климатические процессы, формируя особый микроклимат. Одним из факторов этого влияния является регуляция температурного режима и влажности приземного слоя воздуха. Лесной полог, выступая в роли активной поверхности, трансформирует поступающую солнечную радиацию и влияет на температуру воздуха и почвы. Установлено, что лес влияет на температуру воздуха, а также изменяет тепловой режим почвы, делая его менее контрастным. Влияние лесонасаждения на микроклимат также проявляется в изменении влажности, что связано с транспирацией растений, замедлением движения воздушных масс и конденсацией влаги. Особым режимом микроклимата отличаются переходные зоны – опушки, вырубки и поляны, где происходит смешивание воздушных масс лесонасаждения и открытой местности [1].

Исследователи лесного микроклимата отмечают, что влияние леса на температуру воздуха многогранно. Лес снижает годовые и месячные максимумы температуры воздуха (особенно в летний период), повышает месячные минимумы в течение года, а также значительно уменьшает амплитуду годовых, месячных и суточных колебаний температуры [2, 3]. Лес ограничивает приток солнечных лучей к почве, предохраняя ее от сильного радиационного нагрева и в то же время за счет транспирации снижает теплоемкость почвы [4]. Ослабление движения воздушных масс под пологом леса и снижение конвекции уменьшают отдачу тепла почвой. Летом лесная почва менее нагрета, чем на открытом пространстве, а осенью из-за повышенной влажности ей труднее отдавать накопленное тепло, что зимой способствует сохранению более высокой температуры.

Целью нашей работы является изучение параметров микроклимата под пологом лесного насаждения и на безлесных участках местности.

Исследование проводилось в сентябре 2025 г. на территории лесопарка «Лесоводов России». Была заложена трансекта, проходящая через открытый безлесный участок, границу лесного массива и внутреннюю часть насаждения. На территории лесопарка вдоль трансектальной линии были определены точки для измерений. Всего было зафиксировано восемь точек, расположенных с интервалом 10 м. Точки с отрицательными значениями расстояния (–30, –20, –10 м) располагались на открытой местности перед началом лесного массива; точка 0 (расстояние 0 м) – на границе лесного

массива; остальные точки (с положительными значениями расстояния) – на различных участках внутри лесонасаждения (рис. 1–3). Измерения проводились с помощью многофункционального измерителя параметров окружающей среды MASTECH MS6300. Фиксировались следующие показатели:

1) температура воздуха, °С;

2) относительная влажность воздуха, %;

3) скорость ветра, м/с.

Замеры проводились на высоте 2 м от поверхности земли. Рельеф участков не учитывался. Замеры проводились сериями в разные дни (05.09.2025, 09.09.2025, 10.09.2025). В каждой серии измерения проводились последовательно вдоль трансекты примерно каждые две минуты. Все измерения проводились с трех до пяти часов дня в сухую погоду. Обработка полученных данных производилась в программе Exsel. На рис. 1–3 графически представлены показатели температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра по дням замеров.

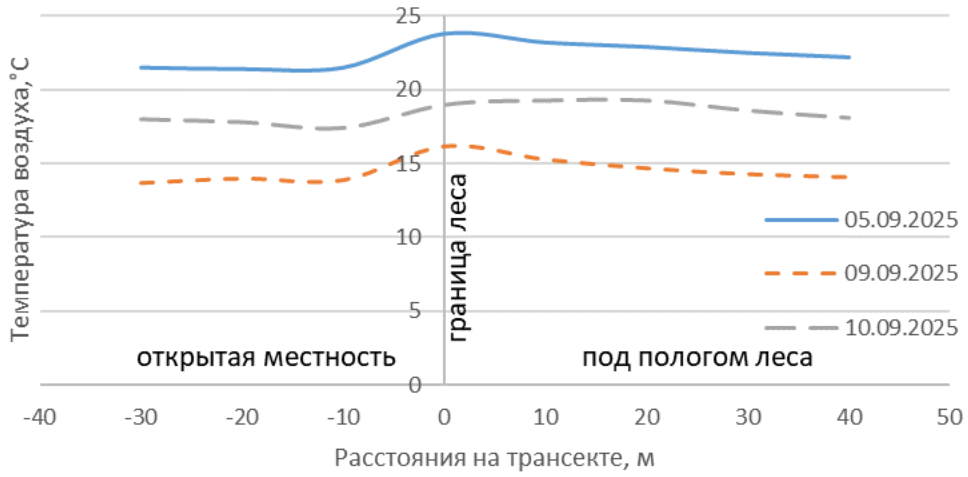


Рис. 1. Температура воздуха в разных точках трансекты, °С

Тенденция изменения температуры воздуха по дням имеет схожий характер. На открытой местности регистрируются относительно высокие температуры воздуха, которые на границе леса и открытого пространства имеют пиковые значения, далее перемещаясь в глубь леса температура плавно понижается, но в абсолютных значениях температура внутри насаждения выше на 0,6–1,0 °С, чем на открытых участках.

Изменения влажности воздуха на трансекте имеют схожие колебания по всем дням. На открытой местности показатели по влажности практически не меняются по каждому из дней. На границе леса влажность имеет минимальные значения, по мере продвижения внутрь насаждения влажность несколько увеличивается. Показатели температуры и влажности воздуха на границе леса находятся в резонансных значениях. Данная особенность

хорошо объясняется взаимосвязью температуры и влажности воздуха. Чем выше поднимается температура воздуха, тем меньше становится влажность воздуха.

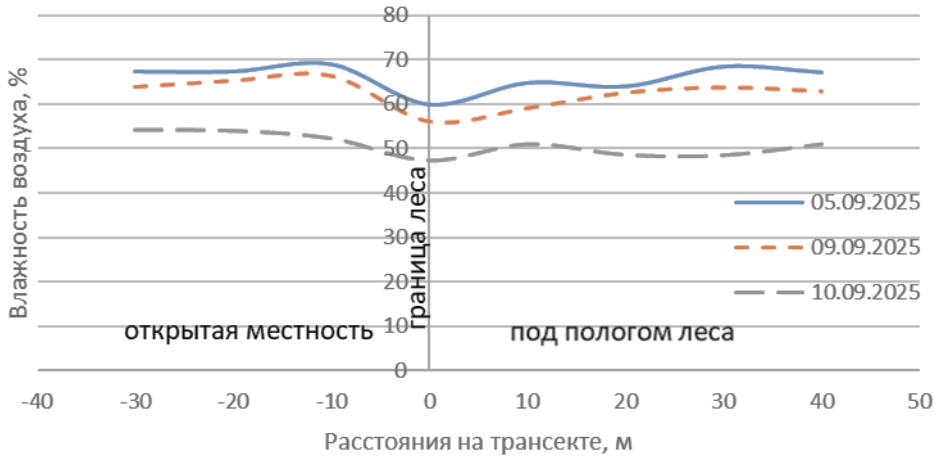


Рис. 2. Влажность воздуха в разных точках трансекты, %

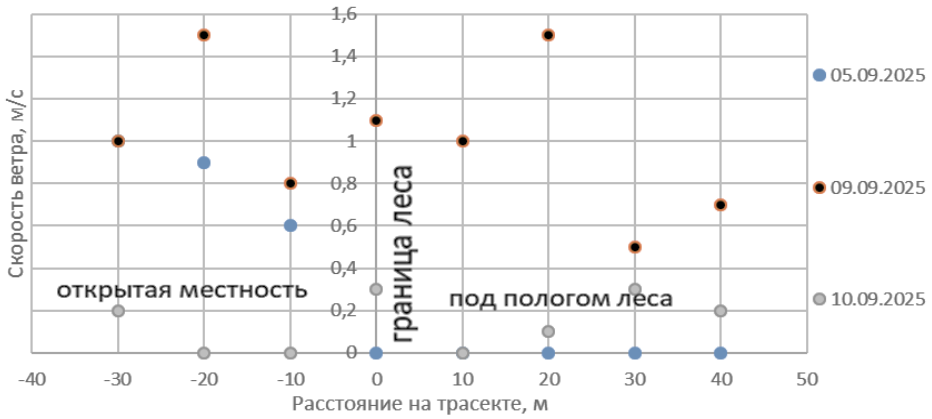


Рис. 3. Скорость ветра в разных точках трансекты, м/с

Скорость ветра по всем дням измерений имеет тенденцию к понижению по мере продвижения в глубь насаждения. В один из дней 5 сентября наблюдался полный штиль на всех точках лесного пространства. 9 и 10 сентября в лесу присутствовало движение воздуха внутри лесного массива, но в целом с меньшей скоростью, чем на открытом пространстве. 5 сентября ветер под пологом леса отсутствовал. Скорость ветра 10 сентября была незначительной до 0,3 м/с. Необходимо отметить, что в нашем исследовании не учитывалось направление ветра.

Проведенное исследование на территории лесопарка Лесоводов России позволило выявить особенности в изменении микроклиматических параметров вдоль трансекты, пересекающей лесной массив. Данные

демонстрируют некоторые различия в показателях влажности и температуры воздуха между открытыми участками и лесной зоной. Наблюдается тенденция к постепенному снижению температуры и повышению влажности воздуха по мере продвижения в глубь лесного массива, что согласуется с представлениями об охлаждающем и увлажняющем воздействии леса. Кроме того, необходимо отметить взаимосвязь температуры и влажности воздуха. Чем выше поднимается температура воздуха, тем меньше становится его влажность.

Особо отмечены показатели микроклимата на границе лесного массива, где фиксировались повышенные температуры и снижение влажности во все дни проведения исследований. Такая особенность, вероятно, связана с перемешиванием воздушных масс открытого пространства и лесного полога.

Список источников

1. Оболенский В. Н. Краткий курс метеорологии. М. : Юрайт, 2025. 200 с.

2. Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. М. : Изд-во иностр. лит., 1960. 486 с.

3. Шамсутдинова А. Р., Мустафин Р. Ф., Паряева Л. В. Деревья – путь решения вопроса изменения климата // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XIV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург, 2023. С. 282–286.

4. Рудовица Л. Ф. Распределение температур и влажности в нижних слоях воздуха в присутствии древесной растительности. СПб. : Типо-лит. М. П. Фроловой, 1908. 68 с.

Научная статья
УДК 635.925

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА КРАСНОУФИМСКА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Виктория Александровна Суханова[1], Татьяна Ивановна Фролова[2], Юлия Инзаровна Закирова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] miyaatsumu190305@gmail.ru
[2] frolovati@m.usfeu.ru
[3] yulya.zakirova.2003@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется озеленение одного из малых городов Свердловской области и описываются особенности озеленения территории с даты основания города до нынешних дней.

Ключевые слова: парк, сад, озеленение, система озеленения

Для цитирования: Суханова В. А., Фролова Т. И., Закирова Ю. И. Ретроспективный анализ формирования системы озеленения города Красноуфимска Свердловской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 308−313.

Original article

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE LANDSCAPING SYSTEM IN KRASNOUFIMSK, THE SVERDLOVSK REGION

Victoria A. Sukhanova[1], Tatiana I. Frolova[2], Yulia I. Zakirova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] miyaatsumu190305@gmail.ru
[2] frolovati@m.usfeu.ru
[3] yulya.zakirova.2003@mail.ru

Abstract. The article analyzes the landscaping of one of the small towns of the Sverdlovsk region and describes the features of landscaping the territory from the date of the founding of the town to the present day.

Keywords: park, garden, landscaping, landscaping system

© Суханова В. А., Фролова Т. И., Закирова Ю. И., 2026

For citation: Sukhanova V. A., Frolova T. I., Zakirova Yu. I. (2026) Retrospektivny`j analiz formirovaniya sistemy` ozeleneniya goroda Krasnoufimska Sverdlovskoj oblasti [A retrospective analysis of the formation of the landscaping system in Krasnoufimsk, the Sverdlovsk region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 308–313. (In Russ).

Красноуфимск как город был образован в 1781 г. в урочище Красного Яра. Свое название он берет от Красноуфимской крепости, которая была здесь построена с целью защиты более дальних точек Урала от набегов бунтующих башкир, так как именно с этой стороны они чаще совершались. Инициатором создания укрепления стал полковник Алексей Иванович Тевкелев. По Указу Правительствующего Сената строительство было завершено к 1736 г., возраст города отсчитывается с этой даты [1].

Первым озелененным объектом общего пользования стал городской сад, построенный в 1892 г. У него было множество названий: городской сад, пионерский парк, детский парк, но больше всего в народе прижилось название козий парк. Причиной такого названия стал случай, когда козы съели в нем большое количество саженцев тополя, пока паслись [2]. Данных о новой посадке древесных растений не было найдено. И до недавних пор (до начала реконструкции) на этой территории росли лишь тополя бальзамические (*Populus balsamifera* L.).

Сад был основан во времена, когда городским главой был Александр Иванович Серебренников. Он внес огромный вклад в развитие города, в том числе и в его благоустройство [2].

За «Козьим парком» ухаживали из года в год. К сезону открытия городских садов (к 1 июня) проводились мероприятия по улучшению внешнего вида парка. Он полноценно функционировал до наступления военного времени. С 1941 г. за ним стали ухаживать заметно меньше (по причине нехватки рабочих рук), и это привело к обветшанию. В послевоенный период дети еще играли в нем, но взрослые уже не посещали. К 1970-м гг. парк потерял свою значимость как места, в котором люди могли бы отдыхать [2].

В нынешнее время планируется провести реконструкцию в течение двух лет, так как проект по благоустройству этой территории победил в IX Всероссийском конкурсе лучших проектов создания комфортной городской среды. На реализацию проекта было выделено 220 млн руб.

В архивных документах указывается, что при Серебренникове было организовано два городских сада, первый уже был назван, но насчет второго нет достоверных сведений. Многие предполагают, что второй городской сад был расположен на месте нынешнего парка культуры и отдыха им. Василия Константиновича Блюхера, являясь его предшественником.

В документах архива содержится протокол заседания Президиума Красноуфимского районного исполнительного комитета Совета рабочих и красноармейских депутатов Кунгурского округа Уральской области от 07.09.1925, сообщающий о пожаре, произошедшем 23 августа 1924 г. в городском саду (можно утверждать, что сад существовал и до этого года, но датой основания считают 1925 г.). В 20-е годы его восстанавливали, а в 30-х снова открыли для посещения.

Этому саду в плане ухода повезло больше. С момента открытия в 1935 г. ежегодно за его состоянием очень тщательно следили. К открытию летнего сезона его внешний вид был приятен. В короткие сроки перед открытием убирали весь мусор с площади, ремонтировали скамьи. В постановлении от 04.08.1937 сказано, что должны быть выделены деньги на улучшение городских садов: городскому саду (предполагаемо – нынешнему парку культуры и отдыха В. К. Блюхера) – 4000 руб., а детскому парку («Козьему») – 2000. По данному документу можно понять, что комфорт жителей города был важным вопросом для управления [2, 3].

В нынешнее время в парке растут липы (мелколистные) (*Tilia cordáta* Mill.), черемухи обыкновенные (*Prunus padus* L.), ели обыкновенные (*Picea abies* L.), березы повислые (*Bétula péndula* Roth.), деревья различных видов ив, яблонь и кленов.

На рис. 1 представлены фотографии «Козьего парка» в разные отрезки времени.



а *б*

Рис. 1. Фото «Козьего парка»:
а – в советское время; *б* – сейчас

Не менее известным является парк «Целитель», расположенный по соседству с земской больницей. По рассказу Г. Х. Минина, парк и больница были образованы в 1886 г. по инициативе Матвея Ивановича Мизерова. К сожалению, архивных документов, подтверждающих эту информацию, найдено не было. Из официальных источников известно, что парк стал общедоступным с момента открытия музея на этой территории в 1988 г.

На рис. 2 фото парка «Целитель» в Красноуфимске.

В советское время внимание уделялось озеленению не только парков, но и улиц. По архивным документам, в одном из пунктов постановления от 25.05.1937 говорилось о проведении проверки всех древонасаждений, а также о посадке деревьев по различным улицам. Самыми часто используемыми в озеленении города породами были вяз, липа, тополь, а также сирень, черемуха и бузина [4].



а *б*

Рис. 2. Фото парка «Целитель»:
а – десятилетней давности; *б* – в нынешнее время

В 2019 г. проект преображения главной улицы города «Красноуфимск – город-музей. Живая история» одержал победу во Всероссийском конкурсе проектов по созданию комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях. Благодаря этому в самом центре города – напротив администрации – расположился Сквер талантов. Реализовывали проект в 2021 г., в 2022 г. состоялось открытие.

В городе также существует еще 2 парка: парк 50-летия Октября и парк им. Сенкевича. О них сложно что-либо рассказать: первый образован по понятной причине – в честь годовщины Октябрьской революции 1917 г. (несложно подсчитать, что парк был образован в 1967 г.).

О парке им. Сенкевича сложно найти какую-либо информацию. В архивных документах Красноуфимского краеведческого музея были найдены публикации Л. Г. Вишневской. В 1996 г. она писала в газете «Городок» следующее: «…Когда-то этот прекрасный сад был засажен соснами, елями, березами, кленами. Были многочисленные кусты рябины, сирени и др. Сад был огорожен забором. Теперь часть изгороди нарушена, открыт свободный доступ, особенно неприглядный вид со стороны клуба ОЭЗ, где уже гибнут прекрасные сосны» [5].

На рис. 3 представлен парк им. Сенкевича в нынешнее время.

Из этой публикации можно сделать первый вывод: уже в 1996 г. за садом никто не ухаживал, и он начинал стремительно увядать.

В нынешнее время территория сада снова перешла в частные руки и в дальнейшем будет использована под строительство жилого дома.

Из истории объектов озеленения города можно сделать несколько выводов. Во время возникновения садов за ними ухаживали, в советское время продолжался уход и наблюдалось улучшение функциональности парков за счет постройки на их территории различных архитектурных объектов, являющихся магнитами для притяжения людей в эти места.



Рис. 3. Парк им. Сенкевича в Красноуфимске
в нынешнее время

С 1941 по 2000-е гг. наблюдалось сокращение ухода за объектами озеленения. Происходило это по разным причинам, сначала по политическим, затем по социальным. Но с появлением конкурсов на благоустройство озеленением занялись вновь.

В 2020-е гг. предпринимаются меры по улучшению системы озеленения и сохранению исторического наследия. Но из-за недостаточного финансирования работы проводятся периодически и не на всех территориях.

Список источников

1. Ганькин Валерий. Тевкелев – основатель крепости // МБУ «Централизованная библиотечная система» городского округа Красноуфимск : [сайт]. URL: https://www.bibl-krasnoufimsk.ru/index.php/kraevedy/materialy-v-gankina/istoriya-krasnoufimska/387-tevkelev-osnovatel-kreposti (дата обращения: 17.11.2025).

2. Соколова Маргарита. Как имя твое, Парк? // МБУ «Централизованная библиотечная система» городского округа Красноуфимск : [сайт]. URL: https://www.bibl-krasnoufimsk.ru/index.php/kraevedy/materialy-m-sokolovoj/istoriya-krasnoufimska/1382-kak-imya-tvoe-park.html/ (дата обращения: 17.11.2025).

3. Закорюкина Елена. История городского парка по архивным документам ГЛУ «Государственный архив в городе Красноуфимске» : [сайт]. URL: https://krufarhiv.ru/deyatelnost/stati/istoriya-gorodskogo-parka-po-arhivnym-dokumentam_20220623/ (дата обращения: 17.11.2025).

4. Вишневская Л. Сады и парки МБУ «Централизованная библиотечная система» городского округа Красноуфимск : [сайт]. URL: https:// www.bibl-krasnoufimsk.ru/index.php/91-istoriya-20-v/699-sady-i-parki (дата обращения: 17.11.2025).

5. Вишневская Л. О садах и парках Красноуфимска // МБУ «Централизованная библиотечная система» городского округа Красноуфимск : [сайт]. URL: https://www.bibl-krasnoufimsk.ru/index.php/dostoprimechatelnosti/ prirodnye/ 673-o-sadakh-a-parkakh-krasnoufimska (дата обращения: 18.11.25).

Научная статья
УДК 62.2:630+504.5

РОЛЬ АГРОЛЕСОВОДСТВА В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Анастасия Сергеевна Тимергалеева[1], Юлия Владимировна Степанова[2]
[1, 2] Самарский государственный аграрный университет,
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия
[1] zalibub2003@gmail.com
[2] Yul8075@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено значение агролесоводства в повышении продуктивности и устойчивости сельских территорий через анализ его экологической, экономической, социальной и климатической роли. Особое внимание уделено примерам агролесоводческих систем, отражена их эффективность.

Ключевые слова: агролесоводство, продуктивность, устойчивость, сельские территории

Для цитирования: Тимергалеева А. С., Степанова Ю. В. Роль агролесоводства в повышении продуктивности и устойчивости сельских территорий // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 314–317.

Original article

THE ROLE OF AGROFORESTRY IN INCREASING RURAL AREAS PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY

Anastasia S. Timergaleeva[1], Yulia V. Stepanova[2]
[1, 2] Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky Settlement, Russia
[1] zalibub2003@gmail.com
[2] Yul8075@yandex.ru

Abstract. This article examines the importance of agroforestry in increasing the productivity and sustainability of rural areas through an analysis of its ecological, economic, social and climatic role. Special attention is paid to examples of agroforestry systems, their effectiveness is reflected.

Keywords: agroforestry, productivity, sustainability, rural areas

© Тимергалеева А. С., Степанова Ю. В., 2026

For citation: Timergaleeva A. S., Stepanova Yu. V. (2026) Rol` agrolesovodstva v povy`shenii produktivnosti i ustojchivosti sel`skix territorij [The role of agroforestry in increasing rural areas productivity and sustainability]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 314–317. (In Russ).

Агролесоводство – это система землепользования, при которой древесная растительность (леса, полосы, отдельные деревья или кустарники) сочетается с сельскохозяйственными культурами и/или животноводством на одной территории. Такая интеграция обеспечивает экологические, экономические и социальные преимущества, способствуя устойчивому развитию сельских территорий.

В агролесных системах активно формируется круговорот питательных веществ: глубокие корни деревьев поднимают минеральные элементы из нижних слоев почвы, делая их доступными для травянистых растений, тогда как микробиологическая активность в корнеобитаемой зоне повышает биологическую продуктивность всего агроценоза. Кроме того, деревья способствуют накоплению влаги в почве за счет снижения испарения и увеличения инфильтрации осадков, что особенно важно в условиях климатической нестабильности и учащающихся засух [1].

Помимо этого, агролесные системы играют важную роль в регулировании микроклимата. Они снижают экстремальные колебания температуры и влажности, защищают посевы от перегрева и переохлаждения, уменьшают скорость ветра, что улучшает условия для фотосинтеза и способствует повышению урожайности. Деревья также выполняют функцию естественных фильтров воздуха, задерживая пыль и загрязняющие вещества, а их фотосинтетическая активность способствует снижению концентрации углекислого газа в атмосфере, что делает агролесоводство важным элементом борьбы с глобальным изменением климата.

Интеграция древесных насаждений в аграрные ландшафты способствует рациональному использованию земли, особенно на малопродуктивных, эрозионно опасных и засушливых участках. Такие территории, которые в условиях обычного земледелия дают низкую урожайность, в системе агролесоводства превращаются в источник стабильного дохода благодаря сочетанию лесных и сельскохозяйственных культур. Деревья выполняют не только защитную, но и производственную функцию: они обеспечивают хозяйство ценными ресурсами – древесиной, дровами, строительными и ремесленными материалами, а также продуктами переработки древесной биомассы [2].

Кроме того, агролесоводство способствует снижению затрат на производство за счет естественного повышения плодородия почвы и уменьшения потребности в минеральных удобрениях и пестицидах. Древесно-кустарниковая растительность создает биологическое равновесие, которое

естественным образом регулирует количественную численность вредных организмов и помогает сохранить здоровье культур, снижая затраты на химические средства защиты растений. Создавая благоприятный микроклимат и сохраняя влагу в почве, древесная растительность содействует уменьшению зависимости урожая от климатических колебаний, что способствует повышению стабильности сельскохозяйственного производства и снижению риска потери урожая.

Агролесоводство стимулирует экономическое развитие сельской местности, так как при развитии данной отрасли создаются новые рабочие места, в том числе связанные с развитием перерабатывающих предприятий. Сельское население, работая в организациях по обслуживанию, уходу за древесными насаждениями, на предприятиях по сбору и переработке лесных и сельскохозяйственных продуктов, повышает уровень своих доходов, что приводит к повышению уровня жизни сельских территорий. Агролесоводство обеспечивает рынки разнообразной продукцией, способствует развитию фермерских кооперативов и агротуризма, что повышает уровень устойчивости сельской экономики, а также снижает зависимость от колебаний цен на сельскохозяйственные товары [3].

Важнейшая роль агролесоводства заключается в укреплении продовольственной безопасности. Это связано с тем, что данная отрасль способствует производству разнообразной экологически чистой продукции, что обеспечивает устойчивость аграрных предприятий к экономическим кризисам и климатическим колебаниям, что содействует повышению уровня социальной стабильности [4].

Древесная растительность, участвуя в поглощении и накоплении углекислого газа, является естественным поглотителем выбросов углерода, так как в результате фотосинтеза связывает углекислоту и трансформирует ее в органическое вещество, снижая концентрацию парниковых газов в атмосфере. Таким образом, агролесоводство выступает эффективным инструментом смягчения глобального изменения климата, так как не только сокращает выбросы углерода, но и способствует его долговременному хранению в древесине, почве и растительных остатках. Одновременно деревья повышают устойчивость сельских территорий к последствиям климатических аномалий, таких как засухи, ливневые дожди, сильные ветры и экстремальные температуры.

Благодаря развитой корневой системе древесные растения способствуют удержанию влаги в почве, повышению ее водопроницаемости и предотвращению поверхностного стока, что особенно важно для регионов, страдающих от опустынивания или дефицита влаги. В засушливые периоды деревья снижают испарение воды с поверхности почвы и защищают сельскохозяйственные культуры от перегрева, создавая благоприятный микроклимат. В то же время в условиях чрезмерного увлажнения древесная растительность способствует дренированию избыточной влаги, предотвращая заболачивание и деградацию почв. Таким образом, агролесоводство снижает риски климатических колебаний в агроландшафтах.

Создавая естественные преграды для ветров, древесно-кустарниковая растительность способствует защите посевов от механических повреждений, связанных с ветровой деятельностью, а также защите почв от ветровой эрозии. Эта способность древесной растительности особенно актуальна в открытой степной и равнинной местности. Защитные лесополосы, снижая потери влаги и тепла в зимний период, способствуют уменьшению глубины промерзания почвы, что благоприятно сказывается на сохранении ее структуры, а также запасов влаги весной [5].

Таким образом, агролесоводство играет важнейшую роль в повышении продуктивности и устойчивости сельских территорий, выступая как комплексная система, объединяющая экологические, экономические, социальные и климатические аспекты устойчивого развития. С экологической точки зрения оно способствует сохранению плодородия почв, предотвращению эрозии, улучшению водного режима, повышению биоразнообразия и формированию благоприятного микроклимата для сельскохозяйственных культур.

Список источников

1. Ланшафтное проектирование и озеленение индивидуального участка / Н. А. Мельникова, Е. Х. Нечаева, Д. В. Редин, Ю. В. Степанова // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 27–31 августа 2020 г. СПб. : Гуманит. нац. исслед. ин-т «Нацразвитие», 2020. С. 25–28.

2. Creation and study of Russian plum varieties in the Middle Volga / A. N. Minin, E. Kh. Nechaeva, G. K. Markovskaya, J. V. Stepanova // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security : Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 may 2020. Vol. 27. EDP Sciences : EDP Sciences, 2020. P. 00043. DOI: 10.1051/bioconf/20202700043

3. Изучение интродуцированных сортов гортензии метельчатой в условиях Самарской области / Д. В. Редин, Е. Х. Нечаева, Н. А. Мельникова [и др.] // Эпоха науки. 2018. № 15. С. 141–149.

4. Марковская Г. К., Степанова Ю. В., Редин Д. В. Влияние ресурсосберегающей обработки на почвенную микробиоту чернозема типичного // Достижения науки агропромышленному комплексу : сборник научных трудов, Усть-Кинельский, 05 декабря 2013 г. Усть-Кинельский : Самар. гос. с.-х. акад., 2014. С. 120–123.

5. Влияние различных способов основной обработки на микробиоту почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Заволжья / Г. К. Марковская, Г. В. Милюткина, Н. А. Кирясова, Ю. В. Юдина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2006. № 4. С. 17–19.

Научная статья
УДК 630.231

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД В КРАСНОБОРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Алексей Дмитриевич Тулзаков
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
alekseytulzakov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования естественного возобновления ели в Красноборском лесничестве в зависимости от состава древостоев.

Ключевые слова: ель европейская, естественное возобновление, подрост

Для цитирования: Тулзаков А. Д. Влияние состава материнского древостоя на естественное возобновление хвойных пород в Красноборском лесничестве Ленинградской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 318−322.

Original article

THE INFLUENCE OF THE MATERNITY FOREST STAND COMPOSITION ON THE NATURAL REGENERATION OF CONIFERS IN THE KRASNOBORSKY FORESTRY OF THE LENINGRAD REGION

Alexey D. Tulzakov
Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
alekseytulzakov@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of the research of the natural regeneration of spruce in Krasnoborsky Forestry, depending on the forest stand composition.

Keywords: Norway spruce, natural regeneration, undergrowth

© Тулзаков А. Д., 2026

For citation: Tulzakov A. D. (2026) Vliyanie sostava materinskogo drevostoya na estestvennoe vozobnovlenie xvojny`x porod v Krasnoborskom lesnichestve Leningradskoj oblasti [The influence of the maternity forest stand composition on the natural regeneration of conifers in the Krasnoborsky forestry of the Leningrad region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 318–322. (In Russ).

Для хвойных лесов таежной зоны ель европейская является основной породой, благодаря которой происходит естественное возобновление. Данные о корреляции между составом древостоя и численностью подроста позволяют определить эффективность естественного возобновления, найти оптимальный состав материнского древостоя, дать прогноз будущего состава древостоя, а также получить данные о необходимости дополнительных мероприятий, способствующих лесовозобновлению. На возобновление влияют и другие факторы, особенно тип леса, поэтому он также учитывался в данной статье. Устойчивое лесоводство включает анализ успешности лесовозобновления, без которого качество последующих поколений деревьев может снизиться, если вовремя не предпринять меры по содействию данному процессу. Цель данной работы заключалась в выявлении взаимосвязи между составом материнского древостоя и успешностью естественного возобновления ели европейской.

Объектом исследования можно считать древостои Красноборского лесничества, в которых преобладает хвойная порода возрастом более 40 лет или лиственная порода возрастом более 20 лет. Предметом исследования является зависимость естественного возобновления ели европейской от состава материнского древостоя.

Красноборское участковое лесничество входит в состав Любанского лесничества. Оно расположено в южной части Ленинградской области. Красноборское участковое лесничество имеет площадь 7472 га, а его средний класс пожарной опасности составляет 2,9, что является показателем средней степени пожарной опасности. Методика исследования включала анализ таксационных описаний Красноборского участкового лесничества и обработку методами статистического анализа с помощью программы Microsoft Exel [1–3]. Результаты обработки представлены в табл. 1–4.

Из табл. 1 можно сделать вывод о том, что в данных трех кисличных типах леса относительная полнота ели европейской одинаковая и равна 0,6. Но коэффициент ели европейской в составе древостоя различается: в первом случае он равен 1, во втором – 2, в третьем – 3. Средняя численность подроста в первом случае равна 1 200, во втором – 1 400, в третьем – 1 600 экз./га. Ошибка средней численности подроста в первом и во втором случаях совпадает и равняется ±0,09, а в третьем случае –

±0,12 экз. Точность исследования в первом случае равна 7,86, во втором – 6,24, в третьем – 7,89 %. Коэффициент гомогенности в первом случае равен 0,49, во втором – 0,54, в третьем – 0,38. Коэффициент встречаемости в первом случае составлял 58, во втором – 63, в третьем – 62 %. Средний возраст в первых двух случаях составлял 27 лет, а в третьем – 26 лет. Средняя высота в первом случае равна 4,0, во втором – 4,1, в третьем – 3,6 м. Средний прирост в год в первом и во втором случаях равен 15, в третьем – 14 см/год.

Таблица 1

Статистические данные о подросте ели европейской
в кисличном типе леса (вариант 1)

Показатель	Значение показателя		
Относительная полнота	0,6	0,6	0,6
Коэффициент ели в составе древостоя, ед.	1	2	3
Средняя численность подроста, экз./га	1200	1400	1600
Ошибка средней численности подроста, экз.	±0,09	±0,09	±0,12
Точность исследования, %	7,86	6,24	7,89
Коэффициент гомогенности	0,49	0,54	0,38
Коэффициент встречаемости, %	58	63	62
Средний возраст, лет	27	27	26
Средняя высота, м	4,0	4,1	3,6
Средний прирост в год, см/год	15	15	14

Таблица 2

Статистические данные о подросте ели европейской
в кисличном типе леса (вариант 2)

Показатель	Значение показателя		
Относительная полнота	0,7	0,7	0,6
Коэффициент ели в составе древостоя, ед.	1	2	2
Средняя численность подроста, экз./га	1700	1500	2000
Ошибка средней численности подроста, экз.	±0,09	±0,10	±0,15
Точность исследования, %	5,35	6,46	7,53
Коэффициент гомогенности	0,42	0,36	0,36
Коэффициент встречаемости, %	60	55	64
Средний возраст, лет	28	29	30
Средняя высота, м	4,7	4,6	4,0
Средний прирост в год, см/год	17	16	13

Из табл. 2 можно сделать вывод, что в трех кисличных типах леса относительная полнота ели европейской в первых двух случаях равна 0,7, в третьем – 0,6. Коэффициент ели в составе древостоя в первом случае равен 1, во втором и третьем – 2. Средняя численность подроста в первом

случае равна 1 700, во втором – 1 500, в третьем – 2 000 экз./га. Ошибка средней численности подроста в первом случае равна ±0,09, во втором – ±0,10, в третьем – ±0,15 экз. Точность исследования в первом случае составляет 5,35, во втором – 6,46, в третьем – 7,53 %. Коэффициент гомогенности в первом случае равен 0,42, во втором и третьем – 0,36. Коэффициент встречаемости в первом случае составляет 60, во втором – 55, в третьем – 64 %. Средний возраст в первом, втором и третьем случаях равен 28, 29 и 30 лет соответственно. Средняя высота ели в первом случае составляет 4,7, во втором – 4,6, в третьем – 4,0 м. Средний прирост в год в первом случае равен 17, во втором – 16, в третьем – 13 см/год.

Таблица 3

Статистические данные о подросте ели европейской
в долгомошном осушенном типе леса

Показатель	Значение показателя	
Относительная полнота	0,7	0,7
Коэффициент ели в составе древостоя, ед.	1	2
Средняя численность подроста, экз./га	2200	2100
Ошибка средней численности подроста, экз.	±0,18	±0,17
Точность исследования, %	8,21	8,14
Коэффициент гомогенности	0,47	0,47
Коэффициент встречаемости, %	68	72
Средний возраст, лет	28	28
Средняя высота, м	3,7	4,1
Средний прирост в год, см/год	14	15

Из табл. 3 можно сделать вывод о том, что в двух долгомошных осушенных типах леса относительная полнота ели европейской в обоих случаях равна 0,7. Коэффициент ели в составе древостоя в первом случае равен 1, во втором – 2. Средняя численность подроста в первом случае составляет 2 200, во втором – 2 100 экз./га. Ошибка средней численности подроста в первом случае равна ±0,18, во втором – ±0,17 экз. Точность исследования в первом случае составляет 8,21, во втором – 8,14 %. Коэффициент гомогенности в обоих случаях равен 0,47. Коэффициент встречаемости в первом случае составляет 68, во втором – 72. Средний возраст в обоих случаях равен 28 лет. Средняя высота ели в первом случае составляет 3,7 м, во втором – 4,1 м. Средний прирост в год в первом случае равен 14, во втором – 15 см/год.

Из табл. 4 можно сделать вывод, что в хвощово-осушенных типах леса относительная полнота ели европейской во всех трех случаях равна 0,6. Коэффициент ели в составе древостоя в первом случае равен 2, во втором – 3, в третьем – 4. Средняя численность подроста в первом случае равна 2 000, во втором – 2 300, в третьем – 2 000 экз./га. Ошибка средней численности

подроста в первом случае равна ±0,12, во втором – ±0,16, в третьем – ±0,16 экз. Точность исследования в первом случае составляет 5,97, во втором – 7,02, в третьем – 8,24 %. Коэффициент гомогенности в первом случае равен 0,50, во втором и третьем – 0,40. Коэффициент встречаемости в первом случае составляет 83, во втором – 86, в третьем – 88 %. Средний возраст в первых двух случаях равен 28 лет, в третьем – 29 лет. Средняя высота ели во всех случаях примерно одинаковая и составляет 4,1–4,2 м. Средний прирост в год во всех случаях равен 14 см/год.

Таблица 4

Статистические данные о подросте ели европейской
в хвощово-осушенном типе леса

Показатель	Значение показателя		
Относительная полнота	0,6	0,6	0,6
Коэффициент ели в составе древостоя, ед.	2	3	4
Средняя численность подроста, экз./га	2000	2300	2000
Ошибка средней численности подроста, экз.	±0,12	±0,16	±0,16
Точность исследования, %	5,97	7,02	8,24
Коэффициент гомогенности	0,50	0,40	0,40
Коэффициент встречаемости, %	83	86	88
Средний возраст, лет	28	28	29
Средняя высота, м	4,1	4,1	4,2
Средний прирост в год, см/год	14	14	14

Исходя из данных табл. 1–4, можно сделать вывод о том, что точность исследования находится на удовлетворительном уровне для всех типов леса, хотя и варьируется в зависимости от типа. Самые высокие показатели встречаемости и средней численности подроста наблюдаются в долгомошно-осушенном и в хвощово-осушенном типах леса. В пяти кисличных типах средняя численность подроста в основном низкая и только в одном случае достигает среднего уровня.

Список источников

1. Беляева Н. В. Зональные особенности возобновления ели в условиях Ленинградской области // Научное обозрение. 2012. № 5. С. 97–106.

2. Беляева Н. В., Грязькин А. В., Калинский П. М. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления // Аграрный научный журнал. 2012. № 8. С. 7–12.

3. Беляева Н. В., Ситникова Д. Н., Кази И. А. Зависимость естественного возобновления хвойных пород от типов леса в Ленинградской области // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. СПб., 2024. С. 128–130.

Научная статья
УДК 630.3.331

СОСТОЯНИЕ СОРТОВЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО «ДЕБОРА» И «КОЛУМНАРЕ» В СКВЕРАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Анастасия Денисовна Туманова[1], Варвара Станиславовна Киселева[2], Татьяна Борисовна Сродных[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] tumanova.bgd@mail.ru
[2] varyakiseleva2015@gmail.com
[3] tanya.srodnykh@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты мониторинга интродукции сортовых форм клена остролистного – «Дебора» (*Acer platanoides L. f. "Deborah"*) и «Колумнаре» (*Acer platanoides L. f. "Columnare"*). Сравнительный анализ роста и состояния выявил наиболее устойчивую форму для городского озеленения.

Ключевые слова: интродуценты, санитарное состояние, озеленение территорий, городские насаждения, городские скверы

Для цитирования: Туманова А. Д., Киселева В. С., Сродных Т. Б. Состояние сортовых интродуцентов клена остролистного «Дебора» и «Колумнаре» в скверах Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 323−327.

Original article

THE CONDITION OF VARIETAL INTRODUCERS OF NORWAY MAPLE "DEBORAH" AND "COLUMNARE" IN THE PARK SQUARES OF EKATERINBURG

Anastasia D. Tumanova[1], Varvara S. Kiselyova[2], Tatiana B. Srodnykh[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] tumanova.bgd@mail.ru
[2] varyakiseleva2015@gmail.com
[3] tanya.srodnykh@mail.ru

Abstract. The results of monitoring the introduction of varietal forms of Norway maple – "Deborah" (Acer platanoides L. f. "Deborah") and "Columnare"

© Туманова А. Д., Киселева В. С., Сродных Т. Б., 2026

(Acer platanoides L. f. “Columnare”) are presented. A comparative analysis of growth and condition revealed the most stable form for urban landscaping.

Keywords: introducers, sanitary conditions, landscaping, urban plantations, urban squares

For citation: Tumanova A. D., Kiselyova V. S., Srodnykh T. B. (2026) Costoyanie sortovy`x introducentov klyona ostrolistnogo “Debora” i “Kolumnare” v skverax Ekaterinburga [The condition of varietal introducers of Norway maple “Deborah” and “Columnare” in the park squares of Ekaterinburg]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 323–327. (In Russ).

Формирование эстетически насыщенной и экологически сбалансированной городской среды сейчас невозможно без интеграции современных дендрологических решений. В условиях урбанизированных ландшафтов в г. Екатеринбурге именно декоративные качества древесных растений становятся ключевым инструментом в создании архитектурно-художественного облика города. В ответ на этот запрос ассортимент зеленых насаждений мегаполисов Урала за последние десятилетия претерпел значительные изменения, обогатившись многочисленными интродуцентными видами растений.

Данная тенденция, с одной стороны, открывает широкие возможности для ландшафтной архитектуры и дизайна, позволяя создавать уникальные и современные пространства. С другой стороны, она порождает комплекс научно-практических вопросов, связанных с адаптационным потенциалом новых растений в специфическом контексте промышленного города. Особый интерес в этом отношении представляют сортовые интродуценты, такие как клен остролистный форм «Дебора» (*Acer platanoides L. f. “Deborah”*) и «Колумнаре» (*Acer platanoides L. f. “Columnare”*). В последние годы их все чаще стали использовать в практике городского озеленения, однако их активное внедрение зачастую опережает фундаментальное изучение реакции на комплексный стресс мегаполиса [1]. Декоративный статус растения напрямую зависит от его физиологического состояния и санитарных качеств, которые, в свою очередь, являются индикатором успешности интродукции. Таким образом, актуальность данного исследования обусловлена необходимостью перехода от интуитивного использования перспективных сортов к научно обоснованному прогнозированию их жизнеспособности в условиях Екатеринбурга.

Целью исследования будет являться комплексная оценка ростовых процессов и жизненного состояния сортовых интродуцентов клена остролистного «Дебора» и «Колумнаре» в г. Екатеринбурге.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– дать сравнительную характеристику условий мест произрастания исследуемых деревьев на трех территориях: сквер им. Бабыкина, Банковский переулок и территория около ТЦ «Пассаж»;

– выявить зависимость между условиями произрастания и характером развития растений;

– определить перспективы использования изучаемых сортов в городском озеленении.

В качестве первой территории выбран сквер им. Константина Бабыкина. Он расположен в пределах улиц Челюскинцев, Печерской и Гражданской, к юго-западу от здания управления Свердловской железной дороги. Сквер появился в период с 1925 по 1928 гг. после завершения строительства самого административного здания железной дороги. Этот сквер был создан для отдыха горожан и жителей Железнодорожного района г. Екатеринбурга. В 2017 г. на территории сквера прошла полная реконструкция: были убраны старовозрастные тополя, полностью поменялась планировка сквера, установлено освещение и декоративное ограждение, выложены плиточные дорожки.

В том же году был установлен памятник Константину Трофимовичу Бабыкину – архитектору, спроектировавшему здание управления СЖД, а также многие другие объекты на территории Екатеринбурга и Свердловской области. Согласно публичной кадастровой карте, площадь сквера составляет около 9 432 м^2. Планировка сквера выполнена в регулярном стиле. Архитектурно-композиционная структура сложная, сочетающая элементы осевой и лучевой систем. Общая планировка сквера включает аллеи, зеленые насаждения и малые архитектурные формы. Посадки сквера имеют хорошее освещение в течение всего дня. Пруд, несмотря на близость, не может влиять на температурный режим насаждений сквера, так как сквер находится на повышенных элементах рельефа.

Следующая территория, расположенная в центре города, рядом с торговым центром «Пассаж», это Банковский переулок с рядовой посадкой кленов на газоне. Она ограничена с севера пр. Ленина, с запада – зданием ТЦ «Пассаж» и сквером перед ним, с востока примыкает к зданию городской администрации. И третий объект – это сквер перед ТЦ «Пассаж». Согласно данным публичной кадастровой карты, в настоящее время площадь сквера составляет 2 268 м^2. Его территория имеет прямоугольную форму и отличается регулярной планировкой с простой осевой композицией. Центром композиции является сухой пешеходный фонтан, который ведет посетителей к центральному входу в торговый центр [2]. Деревья на втором объекте освещены плохо, в основном в вечернее время. На третьем объекте, в сквере у Пассажа, освещение еще более слабое и неравномерное из-за расположенного на юге здания «Пассажа». Отрицательное влияние могут

оказывать выбросы расположенной рядом магистрали с интенсивным движением – пр. Ленина.

Деревья, являющиеся объектами исследования, – это интродуценты, которые прежде не использовались в озеленении города. Естественный ареал обитания клена – европейская часть России, в связи с этим в городских посадках он представлен очень ограниченно, а экологические условия Екатеринбурга часто способствуют его плохому санитарно-гигиеническому состоянию [3].

Для агрегирования статистических исследовательских данных ниже приведена сравнительная таблица санитарного состояния двух видов интродуцентов на всех объектах изучения в 2024 г. [1] и в 2025 г.

Санитарное состояние насаждений клена остролистного форм «Дебора» и «Колумнаре»

Название объекта	Средний балл санитарного состояния			
	Данные за 2024 г.		Данные за 2025 г.	
	Клен остролистный ф. «Дебора»	Клен остролистный ф. «Колумнаре»	Клен остролистный ф. «Дебора»	Клен остролистный ф. «Колумнаре»
Сквер у Пассажа	2,7 ± 0,54	–	2,6 ± 0,26	–
Сквер у администрации города	2,2 ± 0,3	–	2 ± 0,15	–
Сквер им. К. Т. Бабыкина	2,5 ± 0,64	2,4 ± 0,22	2,9 ± 0,5	2,1 ± 0,22

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в 2024 г. самое неудовлетворительное состояние наблюдалось у деревьев клена сорта «Дебора» в сквере у Пассажа – $2,7 \pm 0,54$. Но различия с другими сортами на разных объектах на уровне точности 0,05 не достоверны.

В 2025 г. наметилась тенденция к ухудшению состояния деревьев сорта «Дебора» в сквере им. Бабыкина – $2,9 \pm 0,5$ балла. Лучшее санитарное состояние в посадках клена «Дебора» у администрации – $2,0 \pm 0,15$. Различия близки к достоверным – критерий достоверности $t = 1,7$. Следует отметить также, что в сквере им. Бабыкина клены сорта «Колумнаре» имеют лучшее состояние, чем клены сорта «Дебора». Различия достоверны, $t = 2,5$.

Таким образом, санитарное состояние деревьев клена сорта «Дебора» продолжает ухудшаться. В 2024 г. один клен сорта «Дебора» в сквере у Пассажа был заменен в связи с усыханием. Два клена этого же сорта по той же причине были удалены в сквере им. Бабыкина. Состояние кленов сорта «Дебора» продолжает ухудшаться и в сквере им. Бабыкина, чего не наблюдается у кленов сорта «Колумнаре». В целом деревья клена остролистного декоративных сортов пока не показывают достаточной устойчивости

к условиям Екатеринбурга. В связи с этим включение данных сортов в основной ассортимент для городского озеленения представляется преждевременным и требует дальнейшего многолетнего мониторинга для оценки их перспективности.

Список источников

1. Рожкова Е. А., Сродных Т. Б. Санитарное состояние насаждений клена остролистного ф. «Дебора» и липы европейской ф. «Паллида» в скверах Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2024. С. 338–342.

2. Воронцова К. А., Сродных Т. Б. Характеристика насаждений Acerplatanoidesf. «Deborah» в новых скверах Екатеринбурга // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2021 : материалы международной научно-технической конференции, Саратов, 01–30 апреля 2021 года / под науч. ред. О. Б. Сокольской и И. Л. Воротникова. Саратов : Центр социальных агроинноваций СГАУ, 2021. С. 44–50.

3. Клен остролистный «Дебора» // Питомник Савватеевых : [сайт]. URL: https://www.drevo-spas.ru/derevja/klen-ostrolistnij-debora.html (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 635.925

ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ МЕМОРИАЛЬНЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ СКВЕРА ВЕТЕРАНОВ ВСЕХ ВОЙН ГОРОДА НЕВЬЯНСКА

Анна Дмитриевна Тюкина[1], Татьяна Ивановна Фролова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] anutochka05092005@gmail.com
[2] frolovati@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрено озеленение г. Невьянска, включены примеры проектных решений для реконструкции мемориальных зон на примере сквера Ветеранов Всех Войн.

Ключевые слова: озеленение, мемориальная зона, проектные решения

Для цитирования: Тюкина А. Д., Фролова Т. И. Особенности озеленения мемориальных зон на примере сквера ветеранов всех войн города Невьянска // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 328−332.

Original article

FEATURES OF LANDSCAPING MEMORIAL ZONES USING THE EXAMPLE OF THE PARK SQUARE OF VETERANS OF ALL WARS IN NEVYANSK

Anna D. Tyukina[1], Tatiana I. Frolova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] anutochka05092005@gmail.com
[2] frolovati@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines landscaping in Nevyansk and includes examples of design solutions for the reconstruction of memorial zones, using the example of the Square of Veterans of All Wars.

Keywords: landscaping, memorial zone, design solutions

For citation: Tyukina A. D., Frolova T. I. (2026) Osobennosti ozeleneniya memorial`ny`x zon na primere skvera veteranov vsex vojn g. Nev`yansk [Features

© Тюкина А. Д., Фролова Т. И., 2026

of landscaping memorial zones using the example of the park square of Veterans of All Wars in Nevyansk]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 328–332. (In Russ).

Невьянск – один из малых городов Свердловской области. Расположен на восточном склоне Уральского хребта, находится на верхнем течении р. Нейва на расстоянии 87 км к северу от областного центра – г. Екатеринбурга. Численность населения на 1 января 2024 г., по оценке Федеральной службы государственной статистики, составляет 22 032 чел. [2].

Градообразующей базой являются предприятия, добывающие и перерабатывающие полезные ископаемые, встречающиеся на территории городского округа, – это золото, кирпичные глины, известняк, торф и каолин. Также особенностью развития является то, что в городе до настоящего времени сохранились такие народные промыслы, как гончарное производство и иконопись [3].

Планировочными осями являются ул. Ленина, Дзержинского, Мартьянова, Степана Разина, Кирова, Шевченко, Красноармейская.

Анализируя систему озеленения данного города, необходимо отметить ее тесную связь с планировочными магистральными улицами. В систему озеленения входят: парк культуры и отдыха, набережная «Калейдоскоп времен», сквер Демидова, сквер Ветеранов Всех Войн, Аллея боевой Славы, Аллея кедров.

Особое внимание озеленению города стало уделяться после принятия программы «Формирование комфортной городской среды на территории Невьянского городского округа». В 2023 г. было реализовано благоустройство набережной «Калейдоскоп времен»: территория площадью 1,3 га функционально разделена на шесть зон. На набережной обустроены прогулочная зона с инсталляциями, сухой фонтан, понтонный пирс с мотивами сундучного промысла, сетки-лежаки, хоккейный корт, трибуны. Каждая площадка символизирует определенную эпоху: от времен Демидовых до современности [1].

Оценивая озеленение города, необходимо отметить, что на большей части общественных территорий требуется реконструкция зеленых насаждений.

В данной статье представлены более подробный анализ озеленения одного из общественных объектов г. Невьянска – сквера Ветеранов Всех Войн – и проектные решения для проведения реконструкции данной территории.

По категории зонирования сквер относится к мемориальным, роль которых заключается в исторической и смысловой значимости территории.

Особенностями таких скверов являются ограниченное число функциональных зон, исключение размещения зрелищных сооружений и устройств, необходимость оборудования одной или нескольких площадок для проведения торжественных церемоний, «смысловая» нагрузка зеленых насаждений [4].

Территория расположена в центральной части города и граничит с прилегающими к ней улицами – Карла Маркса, Космонавтов – и жилыми домами (1–5-этажности) и магазином.

Сквер можно поделить на три функциональные зоны: входная зона (прилегает к северной, южной, восточной и западной границам), зона отдыха (прилегает к северной границе) и мемориальная зона (прилегает к южной границе). Данный подход к зонированию предлагается сохранить.

Подеревная инвентаризация показала, что ассортимент сквера представлен одиннадцатью видами из семейств мальвовые, сосновые, розовые, маслиновые и березовые. Их долевое участие представлено на рис. 1.

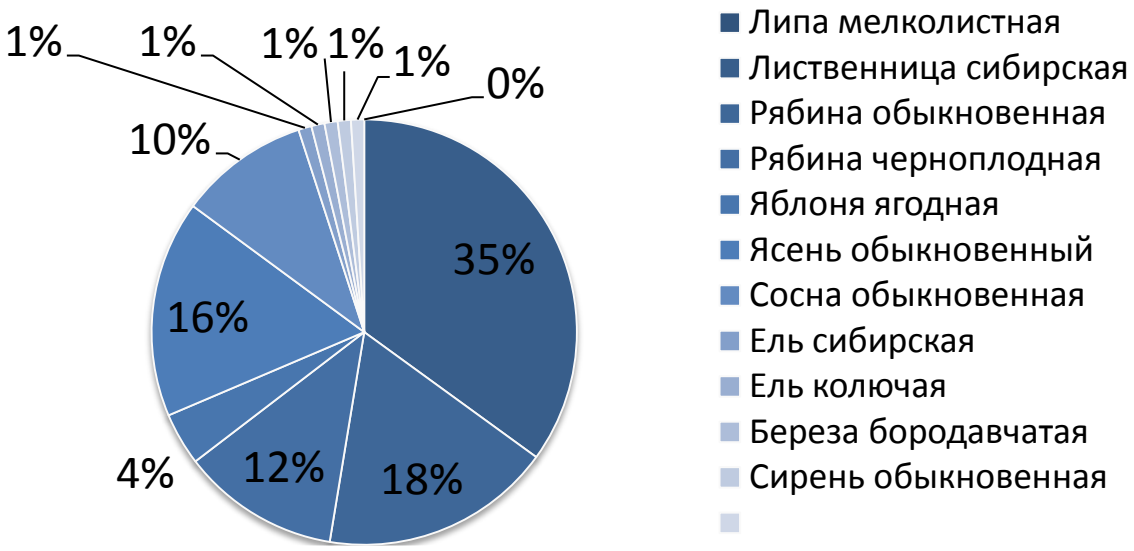


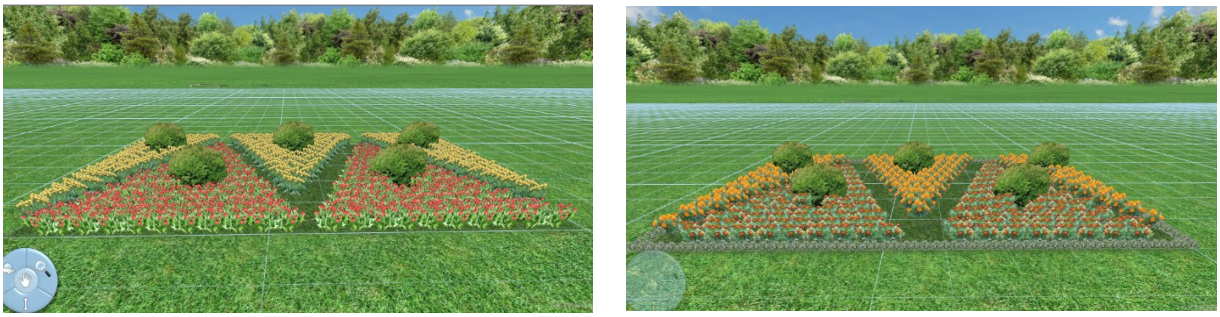
Рис. 1. Долевое участие видов в озеленении сквера

Цветочное оформление представлено двумя цветниками, в которые в летний период высаживают различные однолетники (петуния, кохия, бархатцы, ромашка, цинерария, георгины). Общий принцип цветочного оформления сохраняется, но для увеличения длительности декоративности цветников предлагается высадить сортовые растения туи западной (*Thuja occidentalis* «Teddy»).

В рамках предложений по реконструкции данной территории следует отметить необходимость создания дополнительных элементов озеленения: групповые и одиночные посадки, цветники, живые изгороди.

В плане предложений по цветочному оформлению разработаны два варианта. Первый вариант – весенний цветник, оформленный с использованием луковичных. Второй вариант – летний вариант с использованием

самых популярных и недорогостоящих видов. На рис. 2 представлены оба варианта.



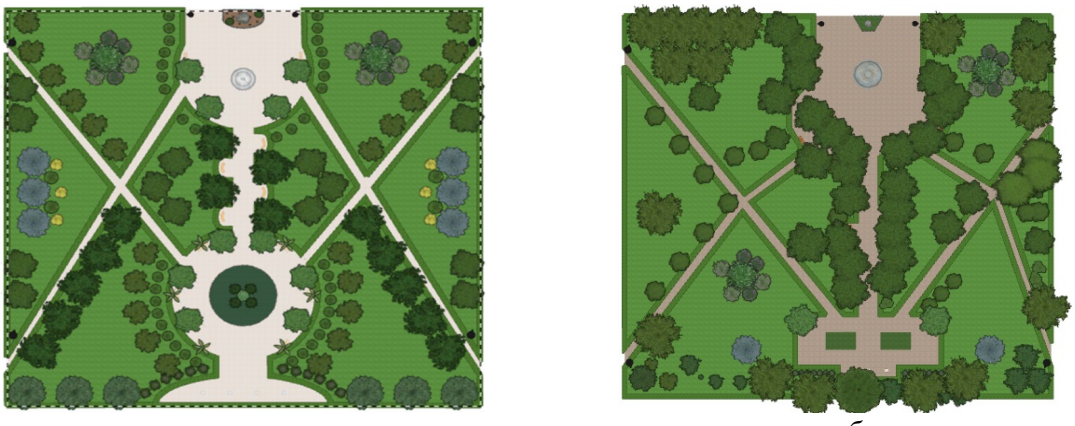
а *б*

Рис. 2. Весенний цветник (*а*) с использованием луковичных растений и летний цветник (*б*) с использование самых популярных видов

Цветник прямоугольной формы размерами 3×5 м выполнен в регулярном стиле. Геометрический рисунок из треугольников, их разделяет небольшой промежуток из газона. Это проектное решение облегчит проведение уходовых работ (стрижка газона, удаление сорняков, уборка луковиц). В цветнике представлены такие виды и сорта, как туя западная (*Thuja occidentalis* «Teddy»), тюльпаны (сорта «Yokohama» и «Red»).

Формы, размеры и геометрический рисунок сохраняются в течение года. В цветнике используются самые популярные и недорогостоящие виды: туя западная «Teddy», алиссум приморский «North face white», бархатцы мелколистные «Bonanza flame» и «Durango red». Данный цветник прост в реализации, а также бюджетный для малого города Невьянска.

После анализа требований к мемориальным комплексам были разработаны два варианта реконструкции сквера (рис. 3).



а *б*

Рис. 3. Варианты проектных решений

Первый (*а*) вариант является слишком дорогостоящим для Невьянска, поэтому разработан второй (*б*) вариант, где сохраняются существующие зеленые насаждения.

В предлагаемом проекте реконструкции всей территории разработаны предложения с использованием растений с длительной декоративностью, устойчивых к сложным экологическим ситуациям города.

В главной входной зоне изменению подверглись фонтан и газонный участок с камнем. По границам этого участка будет высажена спирея японская (*Spiraea japonica*), а его окантовкой будут служить маленькие камни неправильной формы. Также у деревьев, стоящих на асфальте, было решено сделать приствольные круги с помощью мульчирования, по границам круга будет высажена спирея японская (*Spiraea japonica*). На всей территории сквера газон с деревьями от тротуарной плитки будет отделять живая изгородь из кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus*). Это проектное решение было в связи с тем, что на территории сквера имеется проблема с вытаптыванием участков газона и тропинок.

Еще одним проектным решением было создание ландшафтной группы из трех видов сирени. Данная композиция будет цвести с мая по июль. Сначала зацветать начинает сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* “Monge”), далее сирень венгерская (*Syringa josikaea*), в конце июня – сирень амурская (*Syringa amurensis*).

В заключение можно отметить, что все проектные решения подобраны с учетом специфики данной территории и будут выполнять все необходимые функции, которые характерны для скверов и других мемориальных объектов, связанных с сохранением памяти. Проект реконструкции сквера Ветеранов Всех Войн имеет большое социальное значение и является важным шагом к улучшению городской инфраструктуры. Предлагаемые изменения позволят сохранить историческое значение данного объекта и превратить его в уникальное место для отдыха.

Список источников

1. Благоустройство набережной «Калейдоскоп времен» в Невьянске // Правительство Свердловской области : [сайт]. URL: https://midural.ru/news/munitsipal/page14/document232302/?ysclid=m78vxszayt461434724 (дата обращения: 10.09.2025).

2. Генеральный план Невьянского городского округа // Inovaco файловое хранилище : [сайт]. URL: https://storage.inovaco.ru/media/project_mo_101/aa/65/06/8c/64/96/munitsipalnyij-vestnik-ngo-prilozhenie-3598-2606-2020g.pdf (дата обращения: 11.09.2025).

3. Невьянск, 1701–1976 / [ред. И. В. Давыдова]. Свердловск : Сред.-Урал. кн. изд-во, 1976. 127 с.

4. Мемориал. Образ и ландшафт // Студенческий научный форум : [сайт]. URL: https://scienceforum.ru/2020/article/2018020515?ysclid=m73lo8zzzz389647277 (дата обращения: 12.09.2025).

Научная статья
УДК 630*182.46

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СЕЗОННЫЕ ДИНАМИКИ АПИКАЛЬНОГО РОСТА ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ПОБЕГОВ СОРТОВ *SYRINGA VULGARIS* L. В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН

Андрей Сергеевич Филистеев[1], Анастасия Викторовна Ястремская[2], Елена Александровна Тишкина[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] asfilisteev@gmail.com
[2] anastasiiaayastremskaya@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена установлению закономерностей влияния климатических условий на рост и морфогенез однолетних вегетативных и генеративных побегов некоторых сортов сирени обыкновенной – ‘Надежда’, ‘Небо Москвы’ и ‘Алексей Маресьев’ – при выращивании в Ботаническом саду УрО РАН.

Ключевые слова: *Syringa vulgaris* L., сорта сирени обыкновенной, коллекция, апикальный рост, вегетативные и генеративные побеги

Для цитирования: Филистеев А. С., Ястремская А. В., Тишкина Е. А. Анализ влияния климатических факторов на сезонные динамики апикального роста вегетативных и генеративных побегов сортов *Syringa vulgaris* L. в коллекции Ботанического сада УрО РАН // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 333−336.

© Филистеев А. С., Ястремская А. В., Тишкина Е. А., 2026

Original article

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON SEASONAL DYNAMICS OF APICAL GROWTH OF VEGETATIVE AND GENERATIVE SHOOTS OF *SYRINGA VULGARIS* L. VARIETIES IN THE COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE URAL BRANCH OF THE RAS

Andrey S. Filisteev[1], Anastasia V. Yastremskaya[2], Elena A. Tishkina[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] asfilisteev@gmail.com
[2] anastasiiaayastremskaya@gmail.com
[3] tishkinaea@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to establishing the patterns of influence of climatic conditions on the growth and morphogenesis of annual vegetative and generative shoots of some varieties of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) – 'Nadezhda', 'Nebo Moskvy' and 'Alexey Maresyev' – when grown in the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Keywords: *Syringa vulgaris* L., common lilac varieties, collection, apical growth, vegetative and generative shoots

For citation: Filisteev A. S., Yastremskaya A. V., Tishkina E. A. (2026) Analiz vliyaniya klimaticheskix faktorov na sezonny`e dinamiki apikal`nogo rosta vegetativny`x i generativny`x pobegov sortov sireni oby`knovennoj v kollekcii Botanicheskogo sada UrO RAN [Analysis of the influence of climatic factors on seasonal dynamics of apical growth of vegetative and generative shoots of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) varieties in the collection of the Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 333–336. (In Russ).

Видовой состав природной дендрофлоры Среднего Урала не отличается большим разнообразием, что вызывает необходимость расширения ассортимента растений в озеленении городов и сельских населенных пунктов за счет интродукции новых декоративных древесных и кустарниковых видов. Особое место в группе декоративных кустарников, используемых в озеленении и ландшафтном дизайне, занимает сирень [1–3].

Целью работы является изучение влияния климатических условий на сезонную динамики роста и развития вегетативных и генеративных побегов различных сортов вида *Syringa vulgaris* в Ботаническом саду УрО РАН.

Изучение проведено в течение вегетационного периода с 2022 по 2024 гг. в сирингарии на территории Ботанического сада УрО РАН г. Екатеринбурга Свердловской области (56°51′06″ N 60°36′43″ E). Объектами исследования являлись сорта сирени обыкновенной *Syringa vulgaris* – ‘Надежда’, ‘Алексей Маресьев’ и ‘Небо Москвы’ в возрасте 12 лет, произрастающие в однородных почвенных и микроклиматических условиях. Количество отобранных изучаемых побегов составило 60 вегетативных побегов в 2022 г., 60 вегетативных и 20 генеративных побегов в 2023 г. и 60 вегетативных и 40 генеративных побегов в 2024 г., общее количество – 240 побегов. В течение вегетационного периода производили измерения характеристик роста с периодичностью один раз в неделю, в зависимости от погодных условий длина интервала варьировалась от 6 до 10 дн.

Начало и продолжительность первых фаз вегетации у различных сортов сирени обыкновенной в целом зависят от средней температуры воздуха и суммы осадков. Результаты проведенных замеров за вегетационные периоды трех лет показывают различия в сезонной динамике апикального роста вегетативных и генеративных побегов и фенологических дат, что можно связать с отличием во влиянии погодных условий на различные сорта.

Анализ результатов исследований указывает на аналогичность общего характера динамики сезонного роста генеративных и вегетативных побегов растений. Начало, пик и окончание апикального роста вегетативных и генеративных побегов приходится приблизительно на одни и те же даты у разных сортов с разницей не более недели, однако в разные года исследований динамика роста одного сорта может существенно различаться.

Следует отметить различие между погодными условиями в различные годы исследований. По сравнению с другими годами исследований 2022 г. охарактеризовался наименьшим уровнем осадков за вегетационный период и наиболее низкими средними температурами с марта по июль (кроме мая) – в период наиболее активного роста и развития.

2023 г. имел более высокие среднегодовые температуры, средние температуры за вегетационный период и средний уровень осадков, однако в мае, на который приходится пик роста и генеративных, и вегетативных побегов, практически не выпало осадков.

В 2024 г. была самая холодная зима и выпало больше всего осадков за вегетационный период. Так, зимние месяцы (январь, февраль) 2024 г. холоднее, чем в 2022 и 2023 гг., но декабрь холоднее в 2023 г. В вегетационный период средняя температура меньше всего была в 2024 г. Средняя температура в мае 2024 г. на 8,3 °С холоднее, чем в мае 2023 г. Также заметно, что в 2024 г. осадков в вегетационный период было больше. Таким образом, 2024 г. характеризуется высоким уровнем осадков и более низкой средней температурой вегетационного периода.

В ходе данного исследования была проведена детальная оценка сезонной динамики апикального роста и развития вегетативных и генеративных побегов трех сортов *Syringa vulgaris* – ‘Надежда’, ‘Небо Москвы’ и ‘Алексей Маресьев’ – с целью изучения влияния климатических условий на их вегетационные и репродуктивные циклы, а также адаптационных стратегий к сезонным изменениям.

Были установлены различия в динамике роста и развития. Сорт ‘Надежда’ отличился наибольшим апикальным приростом вегетативных побегов в 2023 г., а наименьшим – в 2022 г. По предварительной оценке, этот сорт больше других испытывает положительное влияние более высокой средней температуры. Сорт ‘Небо Москвы’ отличается в целом средним темпом развитием, но низкие температура и уровень осадков сильнее всего негативно повлияли на динамику роста побегов. Сорт ‘Алексей Маресьев’ также характеризуется средним темпом роста, однако в 2024 г. с наименьшими средними температурами за весь период исследований показал наиболее высокий прирост.

Выявление сходств и различий сортов сирени в росте и развитии имеет практическое использование в ландшафтном дизайне, так как применение этих сортов обеспечивает создание красивых и устойчивых насаждений.

Список источников

1. Тишкина Е. А., Кожухина И. А. Сорта сирени обыкновенной (*Syringa* L., Oleaceae), культивируемые в Ботаническом саду УРО РАН // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 4 (79). С. 75–85. DOI: 10.51318/FRET. 2021.74.62.007

2. Полякова Н. В., Шигапов З. Х. Динамика фенологических показателей некоторых видов сирени в условиях изменения климата // Сибирский экологический журнал. 2023. № 2. С. 186–195.

3. Назарова Н. М. Изменчивость величины годичного прироста некоторых видов сирени в условиях Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10 (159). С. 202−204.

Научная статья
УДК 712.03

МЕМОРИАЛЬНЫЕ СКВЕРЫ ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

Дарья Николаевна Царева[1], Галина Сергеевна Искорцева[2], Полина Сергеевна Протазанова[3], Татьяна Борисовна Сродных[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] dnmoro2ova@yandex.ru,
[2] landshaft.ekb@yandex.ru
[3] seleznevapolina97@mail.ru
[4] tata.srodnykh@mail.ru,

Аннотация. Мемориальные скверы в условиях урбанизации становятся ключевыми точками пересечения истории, социума и ландшафтной архитектуры. В данной статье предлагается проектное решение сквера им. А. С. Попова в г. Екатеринбурге с опорой на современные тенденции в ландшафтной архитектуре.

Ключевые слова: мемориальные скверы, тенденции, функциональное назначение, ландшафтная архитектура

Для цитирования: Мемориальные скверы вчера и сегодня / Д. Н. Царева, Г. С. Искорцева, П. С. Протазанова, Т. Б. Сродных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 337–341.

Original article

MEMORIAL PARK SQUARES IN PAST AND PRESENT

Daria N. Tsareva[1], Galina S. Iskortseva[2], Polina S. Protazanova[3], Tatiana B. Srodnykh[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] dnmoro2ova@yandex.ru,
[2] landshaft.ekb@yandex.ru
[3] seleznevapolina97@mail.ru
[4] tata.srodnykh@mail.ru,

Abstract. Memorial squares are becoming key points of intersection between history, society, and landscape architecture in the context of urbanization. This

© Царева Д. Н., Искорцева Г. С., Протазанова П. С., Сродных Т. Б., 2026

article presents a design solution for the A. S. Popov Square in Ekaterinburg, based on contemporary trends in landscape architecture.

Keywords: memorial park squares, trends, functional purpose, landscape architecture

For citation: Memorial`ny`e skvery` vchera i segodnya [Memorial park squares in past and present] (2026) D. N. Tsareva, G. S. Iskortseva, P. S. Protazanova, T. B. Srodnykh. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 337–341. (In Russ).

В условиях ускоренной урбанизации и трансформации городской среды мемориальные скверы становятся одними из главных объектов, в которых пересекается история, социум и ландшафтная архитектура. Эти территории являются не только частью зеленого каркаса города, но и сакральными местами, хранящими «культурный ландшафт».

Для Екатеринбурга как города с богатым индустриальным, историческим прошлым, который при этом обладает постоянной изменчивостью, проблема сохранения и трансформации мемориальных пространств является особо важной. С одной стороны, в городе в достаточно большом количестве сохранились скверы, основанные в советскую эпоху, а с другой – в последние годы активно появляются новые, отражающие современные подходы.

Мемориальные скверы Екатеринбурга редко становились предметом комплексного исследования. Однако целостный анализ, рассматривающий эволюцию их архитектурно-ландшафтного облика, наполнения и ассортимента в ретроспективе вчера – сегодня, представляется научно востребованным.

В Екатеринбурге насчитывается около 118 скверов, 36 из них можно отнести к мемориальным, а 58 % из них имеют площадь 1 га и меньше, т. е. относятся к категории малых скверов [1, 2]. Абсолютное большинство мемориальных скверов имеет регулярную планировку, где центром композиции является памятник или мемориал. Также к особенностям можно отнести активное использование хвойных растений и цветников в регулярном стиле, что создает особенную парадную атмосферу.

В связи с активной урбанизацией городов в последние годы сохраняются основные тенденции в ландшафтном дизайне.

1. Устойчивое развитие и экологизация. Основной тренд, идущий красной нитью через все остальные [3].

2. Биофильный дизайн. Стремление максимально интегрировать природу в повседневную жизнь человека с помощью природных материалов, форм.

3. Адаптация к изменениям климата.

4. Технологичность. Интеграция цифровых технологий в проектирование, строительство и эксплуатацию ландшафтных объектов.

5. Многофункциональность и социальная ориентированность. Грамотное зонирование территории, отвечающей потребностям разных групп населения.

6. Символизм и работа с памятью места [4].

Прием с контекстуальностью и работой с памятью места особенно интересен для проектирования мемориальных скверов. В качестве объекта для разработки концепции с привязкой к истории был выбран сквер им. А. С. Попова. Александр Степанович Попов – первооткрыватель радио, что и послужило основой для создания концепции. Схема печатной платы стала формообразующим элементом для создания модульной сетки – основы генерального плана и малых архитектурных форм в сквере (рис. 1).

Помимо мемориальной функции, одной из основных является транзитная. Сквер находится в очень оживленном месте и примыкает к остановочному комплексу, что дает дополнительную нагрузку и требует особенностей планировки дорожно-тропиночной сети [5].

Главный акцент в сквере – памятник А. С. Попову и небольшой амфитеатр ближе к Почтовому переулку, который появился как место проведения общественных мероприятий и концертов (рис. 2).

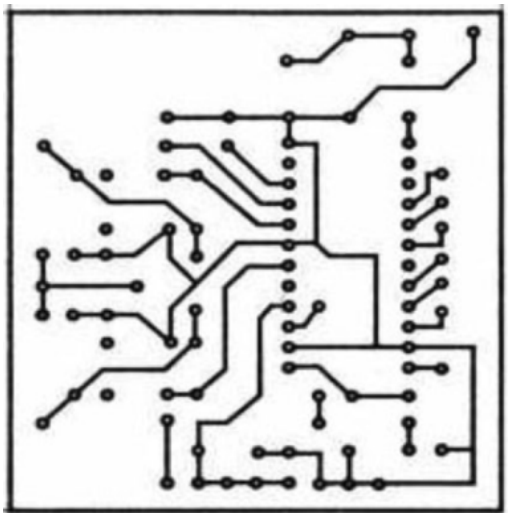
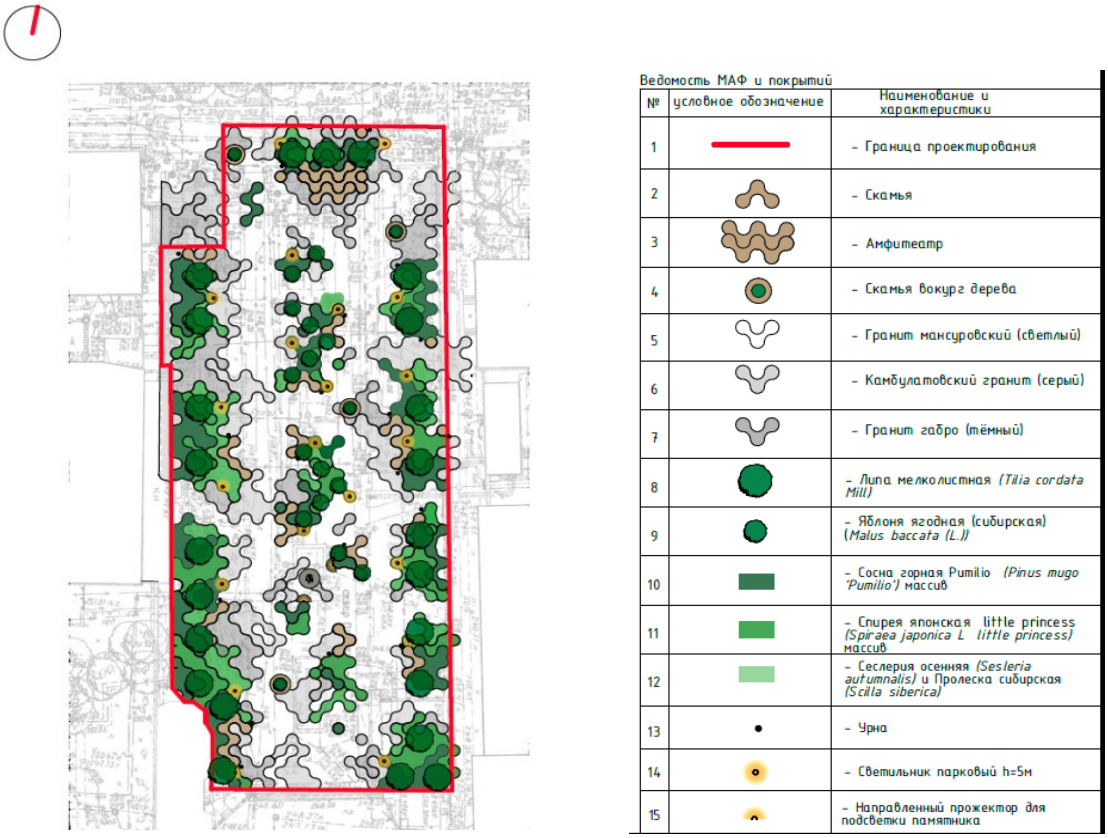


Рис. 1. Схема печатной платы



Рис. 2. Схема композиционного решения

В модульную сетку вписаны зеленые острова, повторяющие элементы печатной платы, этот рисунок поддерживается и в мощении. Озеленение выполнено лаконично с использованием небольшого ассортимента растений, чтобы не перегрузить и без того сложные формы геометрии сквера (рис. 3).



Ведомость МАФ и покрытий

№	условное обозначение	Наименование и характеристики
1		- Граница проектирования
2		- Скамья
3		- Амфитеатр
4		- Скамья вокруг дерева
5		- Гранит мансуровский (светлый)
6		- Камбулатовский гранит (серый)
7		- Гранит габро (тёмный)
8		- Липа мелколистная *(Tilia cordata Mill)*
9		- Яблоня ягодная (сибирская) *(Malus baccata (L.))*
10		- Сосна горная Pumilio *(Pinus mugo 'Pumilio')* массив
11		- Спирея японская little princess *(Spiraea japonica L little princess)* массив
12		- Сеслерия осенняя *(Sesleria autumnalis)* и Пролеска сибирская *(Scilla siberica)*
13		- Урна
14		- Светильник парковый h=5м
15		- Направленный прожектор для подсветки памятника

Рис. 3. Эскизный план сквера А. С. Попова

Для более наглядного представления выполнены эскизные визуализации с видами на главные композиционные центры (рис. 4 и 5).



Рис. 4. Вид на памятник А. С. Попова



Рис. 5. Вид на амфитеатр

В озеленении использованы растения, устойчивые к городским условиям, такие как *Tilia cordata*, *Malus baccata*, *Spiraea japonica*, *Pinus mugo*, *Sesleria autumnalis*, *Scilla siberica*, при этом особое внимание уделялось их всесезонности.

Просветительскую функцию на себя берут интерактивные стенды, рассказывающие о концепции сквера и о жизни и достижениях А. С. Попова, а также о принципах работы радиосвязи.

Проект благоустройства сквера им. А. С. Попова – это не только дань уважения первооткрывателю радио, но и современный подход к созданию общественного пространства, которое объединяет природу и технологии. Формы печатной платы, внедренные в каркас озеленения города, сохраняют память места и увековечивают достижение А. С. Попова не только в виде мемориала, но и в структуре планировки сквера. Этот сквер станет местом притяжения для жителей и гостей города, где можно будет не только отдохнуть, но и узнать что-то новое о мире радиосвязи и ее основателе.

Список источников

1. Никитина Е. С., Сродных Т. Б., Кайзер Н. В. Аллейные посадки в парках, скверах, на бульварах Екатеринбурга // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 3 (141). URL: https://research-journal.org/archive/3-141-2024-march/10.23670/IRJ.2024.141.73 (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2024.141.73

2. Данные комитета по благоустройству администрации Екатеринбурга // Екатеринбург.РФ : [сайт]. URL: https://екатеринбург.рф/комитет благоустройства (дата обращения: 01.12.2025).

3. Садикова С. Н., Маликова Д. А. Современные тенденции мировой ландшафтной архитектуры // Экономика и социум. 2021. № 2-2 (81). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-mirovoy-landshaftnoy-arhitektury (дата обращения: 30.11.2025).

4. Нащокина М. В. Тенденции развития современной ландшафтной архитектуры // Современная архитектура мира. 2019. № 1 (12). С. 207–226. DOI: 10.25995/NIITIAG.2019.12.1.028. EDN NZLZYM

5. Протазанова П. С. Планировка и состав насаждений скверов центральной части Екатеринбурга и Тюмени // Студенческая наука – взгляд в будущее : материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 г. Красноярск : Красноярск. гос. аграрн. ун-т, 2024. С. 132–137. EDN OAGUEW

Научная статья
УДК 630.535+630.52

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАЦИОНАРА «МУХРИНО»

Оскар Георгиевич Чуднов[1], Александр Владимирович Суслов[2], Алексей Павлович Михайлов[3], Ирина Владимировна Шевелина[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] chudnov.oskar@mail.ru
[2] suslovav@m.usfeu.ru
[3] lesa16608@gmail.com
[4] shevelinaiv@m.usfeu.ru

Аннотация. На основе заложенных постоянных пробных площадей на территории международного стационара «Мухрино» проведен лесоводственно-таксационный анализ, выявлен сложный породный состав, установлены закономерности связи диаметров и высот деревьев, проведен статистический анализ таксационных показателей.

Ключевые слова: лесоводственно-таксационный анализ, пробные площади, стационар «Мухрино», углеродный баланс

Благодарности: работа выполнена в рамках проекта «Углерод в экосистемах» при участии в научной экспедиции УГЛТУ.

Для цитирования: Лесоводственно-таксационный анализ лесных насаждений на территории международного стационара «Мухрино» / О. Г. Чуднов, А. В. Суслов, А. П. Михайлов, И. В. Шевелина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 342−346.

© Чуднов О. Г., Суслов А. В., Михайлов А. П., Шевелина И. В., 2026

Original article

FORESTRY AND TAXATION ANALYSIS OF FOREST PLANTATIONS ON THE TERRITORY OF THE INTERNATIONAL STATION "MUKHRINO"

Oskar G. Chudnov[1], Alexander V. Suslov[2], Alexey P. Mikhailov[3], Irina V. Shevelina[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] chudnov.oskar@mail.ru
[2] suslovav@m.usfeu.ru
[3] lesa16608@gmail.com
[4] shevelinaiv@m.usfeu.ru

Abstract. Based on the 5 permanent sample plots established on the territory of Mukhrino international station, a forestry and taxation analysis was conducted, a complex species composition was identified, the relationship between tree diameters and heights was established, and a statistical analysis of taxation indicators was performed.

Keywords: forestry and taxation analysis, sample plots, Mukhrino station, carbon balance

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the "Carbon in Ecosystems" project with participation in the scientific expedition of USFEU.

For citation: Lesovodstvenno-taksacionny`j analiz lesny`x nasazhdenij na territorii mezhdunarodnogo stacionara "Muxrino" [Forestry and taxation analysis of forest plantations on the territory of the international station "Mukhrino"] (2026) O. G. Chudnov, A. V. Suslov, A. P. Mikhailov, I. V. Shevelina. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 342–346. (In Russ).

В настоящее время вопросы, связанные с экологической ролью лесов, приобретают особую актуальность. Важное значение в решении данной проблемы в России имеет проект государственного значения «Углерод в экосистемах», в рамках которого создан комплексный стационар «Мухрино» [1]. Данный стационар предназначен для решения актуальных проблем по глобальной оценке лесов и изучения углеродного баланса лесных экосистем [2]. Закладка постоянных пробных площадей (ППП) представляет собой основной метод исследования лесных экосистем, а последующий лесоводственно-таксационный анализ служит ценным инструментом для решения как фундаментальных, так и прикладных задач [3]. К числу

таких задач относятся изучение структурной организации и динамики развития лесных сообществ, анализ сукцессионных изменений (включая естественную смену древесных пород), оценка ростовых процессов деревьев и установление таксационных взаимосвязей между различными параметрами насаждений.

Объектом исследований явились сложные лесные насаждения в границах стационара «Мухрино», расположенного в 30 км от Ханты-Мансийска. В 2024 г. было заложено пять ППП размером 50 × 50 м (0,25 га) в характерных типах леса.

Методика исследований включала три этапа:

- подготовительные работы (составление ведомостей, подбор инструментов);
- полевые работы (закладка пробных площадей, измерение диаметров на высоте груди, измерение высот и возраста модельных деревьев);
- камеральные работы (обработка полевых данных, вычисление таксационных показателей, статистический анализ).

Для примера приведено описание насаждений на первой пробной площади. Всего было измерено 367 деревьев: 37 осин, 52 березы, 198 пихт, 39 елей и 41 кедр. Средний возраст модельных деревьев составил: осины – 110, ели – 120, кедра – 120, пихты – 130, березы – 120 лет.

Следует отметить, что на территории стационара сформировались благоприятные условия для жизни и роста деревьев осины. По результатам исследований были составлены таксационные характеристики пробных площадей, сведения о ППП № 1 представлены в табл. 1.

Преобладающей породой в первом ярусе насаждений является осина, древостои которой оцениваются как перестойные. Доля осины в составе первого яруса 43,8 %. Кроме осины, в первом ярусе присутствуют береза (ее доля на ППП 27,7 %), кедр (9,5 %), пихта (12,6 %) и ель (6,1 %).

В составе второго яруса доминирует пихта, доля которой составляет 65,0 %. Значительный вклад в формирование второго яруса вносят деревья кедра (13,7 %) и ели (13,7 %). Во втором ярусе присутствуют также осина и береза, но в значительно меньшем количестве. Такое положение вполне объяснимо – береза и осина относятся к светолюбивым породам и световые условия второго яруса им некомфортны.

Важным показателем экологического и сырьевого потенциала лесных участков является класс бонитета насаждений. На представленной ППП он характеризуется 2 классом.

Насаждения на ППП № 1 отличаются высокой относительной полнотой: в первом ярусе 0,7, а во втором – от 0,5. Высокая полнота исследуемых насаждений обусловливает и их высокую продуктивность в данных лесорастительных условиях. Общие запасы стволовой древесины (первого и второго ярусов) по данным ППП № 1 составляют 450 м^3/га: первый ярус – 350, второй ярус – 100 м^3/га.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробной площади № 1

Таксационная характеристика														
Преобладающая порода	Класс бонитета	Ярус						Элементы леса						
		Номер яруса	Состав	Сумма площадей сечений, м^2	Относительная полнота	Запас растущего леса, м^3/га	Запас сухостойного леса, м^3/га	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Происхождение	Доля деловой древесины,%	Класс товарности
Ос	2	1	4Ос3Б1П1К1Е	28,6	0,7	350	5	Ос	29	36	110	с	70	2
								Б	27	30	120	с	60	3
								П	26	30	130	с	92	1
								К	25	38	120	с	100	1
								Е	25	28	120	с	100	1
П		2	7П1К1Е1Б +Ос	15,5	0,5	100	10	П	14	14	80	с	80	2
								К	14	14	95	с	95	1
								Е	17	16	95	с	95	1
								Б	20	14	85	с	20	4
								Ос	21	14	85	с	–	–

В нашей работе мы провели статистический анализ основных таксационных показателей для 1 яруса, который имеет большое значение для оценки экологической структуры насаждения (табл. 2).

Сравнительный анализ насаждений на пробных площадях показал преобладание деревьев осины на всех площадях. Насаждения характеризуются как высокополнотные 1 и 2 класса бонитета. Полученные результаты существенно отличаются от данных лесоустройства, что свидетельствует о динамичности сукцессионных процессов в исследуемых лесных экосистемах [4] и необходимости проведения повторной таксации.

Статистический анализ показал однородность деревьев осины (коэффициент вариации по диаметру 26 %, по высоте – 6 %), в то время как у других пород отмечена большая изменчивость показателей. К примеру, у пихты во 2 ярусе коэффициент вариации по диаметру 32 %, по высоте – 58 %. Это говорит о том, что первый ярус сформирован полностью, а второй ярус находится в процессе формирования и высокой конкуренции.

Таблица 2

Статистический анализ таксационных показателей для ППП №1

Показатель		Порода					Итого
		Осина	Береза	Ель	Кедр	Пихта	
Количество деревьев		34	30	8	6	12	90
Диаметр	Средний, см	34,7	29,5	28,3	37,9	31,0	–
	Максимальный	56,4	45,7	35,0	48,0	52,9	–
	Минимальный	19,8	19,9	23,4	23,1	22,3	–
	Стандартная ошибка	1,53	1,37	1,41	4,53	2,74	–
	Стандартное отклонение	8,9	7,5	4,0	11,1	9,5	–
	Коэффициент вариации	26	25	14	29	31	–
Количество деревьев		19	17	6	7	15	64
Высота	Средняя, м	28,9	26,6	24,6	25,0	25,0	–
	Максимальная	32,0	31,0	29,5	26,5	32,5	–
	Минимальная	25,5	23,5	22,5	22,0	16,5	–
	Стандартная ошибка	0,41	0,44	1,10	0,64	1,19	–
	Стандартное отклонение	1,8	1,8	2,7	1,7	4,6	–
	Коэффициент вариации	6	7	11	7	18	–
Запас	$м^3$/га	170	95	22	32	39	358
	%	47,5	26,5	6,1	8,9	10,9	100

Проведенные исследования позволили дать подробную характеристику лесным насаждениям. Выявленные расхождения с материалами лесоустройства подтверждают необходимость проведения повторной таксации насаждений.

Список источников

1. The main physical and geographical characteristics of the Mukhrino field station area and its surroundings / I. V. Kupriianova, A. A. Kaverin, I. V. Filippov [et al.] // En vironmental dynamics and global climate change. 2022. Vol. 13, № 4. P. 215–252.

2. Чернов И. М., Емельянова О. Н. Роль российских лесов в глобальном цикле углерода // Вестник МГУ. Серия геолого-географическая. 2018. № 3. С. 5–12.

3. Анучин Н. П. Лесная таксация. 6-е изд. М. : Лесн. пром-сть, 2021. 552 с.

4. Смирнова О. В., Алейников А. А. Сукцессионные системы бореальных лесов Европейской России // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. № 1–5. С. 1367–1370.

Научная статья
УДК 630.233

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ АВТОТРАНСПОРТА НА ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ

Максим Дмитриевич Чупров[1], Наталья Александровна Чупрова[2], Ольга Сергеевна Залывская[3]
[1–3] Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия
[1] chuprov.m@edu.narfu.ru
[2] chuprova.n@edu.narfu.ru
[3] o.zalyvskaya@narfu.ru

Аннотация. Придорожные леса подвергаются воздействию автотранспорта, что вызывает деградацию из-за загрязнения, шума и механических повреждений. В Архангельской области апробированы технология фитобарьер и цифровой мониторинг (точность прогноза – 89 %), позволяющие снизить потери насаждений и усилить экологическую устойчивость ПЗЗ.

Ключевые слова: придорожные зеленые зоны; лесные насаждения

Для цитирования: Чупров М. Д., Чупрова Н. А., Залывская О. С. Состояние вопроса по воздействию автотранспорта на лесные насаждения придорожной зеленой зоны // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 347−349.

Original article

THE STATUS OF THE ISSUE ON THE MOTOR VEHICLES IMPACT ON FOREST PLANTATIONS OF THE ROADSIDE GREEN ZONE

Maxim D. Chuprov[1], Natalya A. Chuprova[2], Olga S. Zalyvskaya[3]
[1–3] Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia
[1] chuprov.m@edu.narfu.ru
[2] chuprova.n@edu.narfu.ru
[3] o.zalyvskaya@narfu.ru

Abstract. Roadside forests are exposed to motor vehicle impact, leading to degradation caused by pollution, noise, and mechanical damage. In the

© Чупров М. Д., Чупрова Н. А., Залывская О. С., 2026

Arkhangelsk Region, the “phytobarrier” technology and digital monitoring (with a degradation prediction accuracy of 89 %) have been piloted, enabling reduced plantation losses and enhanced ecological resilience of roadside green zones.

Keywords: roadside green zones; forest plantations

For citation: Chuprov M. D., Chuprova N. A., Zalyvskaya O. S. (2026) Sostoyanie voprosa po vozdejstviyu avtotransporta na lesny`e nasazhdeniya pridorozhnoj zelenoj zony` [The status of the issue on the motor vehicles impact on forest plantations of the roadside green zone]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 341–343. (In Russ).

Придорожные зеленые зоны (ПЗЗ) с лесными насаждениями обеспечивают фильтрацию загрязнений, снижение шума, регулирование микроклимата и сохранение биоразнообразия. Однако рост транспортных потоков и расширение дорожной сети приводят к их деградации. В Архангельской области, где интенсивность движения на федеральных трассах (М-8 «Холмогоры») превышает 10 000 авт./сут, а зимнее применение дорожных реагентов достигает критических уровней, проблема приобретает особую остроту. Несмотря на наличие научных данных, их внедрение в практику остается слабым.

Цель данной работы – проанализировать ключевые факторы воздействия и представить апробированные практические решения, направленные на сохранение лесных ресурсов в Северном регионе.

Выхлопы автотранспорта содержат NO_x, O_3 и тяжелые металлы (Pb, Zn). У хвойных пород (сосна, ель) на расстоянии до 50 м от дорог наблюдается снижение фотосинтетической активности на 20–30 % и преждевременное опадение хвои. Содержание свинца в древесине достигает 18,7 мг/кг – в 7 раз выше ПДК. Дорожные реагенты (хлориды) вызывают засоление почвы: концентрация Cl^- в придорожной зоне достигает 1,8 г/кг – в 12 раз выше допустимого уровня для лесных экосистем[*].

Шум (75–85 дБ) и вибрации снижают рост побегов на 10–15 %, а тепловое излучение от асфальта повышает температуру воздуха на 3–7 °С, смещая фенологические фазы. Механические повреждения от щебня и обрезки формируют «голые зоны» – участки, где естественное восстановление невозможно без вмешательства.

Снижается численность чувствительных видов: лишайники (*Lobaria*, *Usnea*) исчезают на 60–90 %, опылители – на 40–70 %. На смену им

[*] Фитобарьеры как инструмент экологической рекультивации придорожных зон / В. И. Кузнецов [и др.] // Лесной журнал. 2024. № 3. С. 112–125.

приходят толерантные и инвазивные виды (осина, *Ambrosia artemisiifolia*), что нарушает экосистемные связи.

Применение спутниковых данных (Sentinel-2) и IoT-сенсоров позволяет отслеживать NDVI и концентрации загрязнителей в реальном времени. В 2025 г. модель машинного обучения (Random Forest) на основе 12 параметров прогнозировала деградацию ПЗЗ с точностью 89 %.

На основе полевых испытаний отобраны три устойчивых генотипа: *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*», *Sambucus nigra*. Трехъярусная посадка (кустарники – лиственные – хвойные) внедрена на участках трассы М-8. За два года потери древостоя сократились на 45 %[*].

Деградация придорожных лесных насаждений – системная проблема, требующая интеграции науки, технологий и нормативного регулирования. Предложенные решения – экологический паспорт и фитобарьер – доказали свою эффективность в условиях Архангельской области и Северного региона. Их масштабирование и включение в СП 48.13330.2023 позволяют трансформировать ПЗЗ из декоративного элемента в устойчивую экологическую инфраструктуру. Развитие этих подходов – ключ к сохранению лесного комплекса России.

[*] Там же.

Научная статья
УДК 630.181.7

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОРОД ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ЛИДАРНЫХ И ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА

Алия Руслановна Шамсутдинова[1], Рида Разябовна Султанова[2], Радик Флюсович Мустафин[3], Лариса Рашитовна Загитова[4]
[1–4] Башкирский государственный аграрный университет,
Уфа, Россия
[1] shamsutdinova.alya2015@yandex.ru
[2] vestnik-bsau@mail.ru
[3] mustafin-1976@mail.ru
[4] l_zagitova@mail.ru

Аннотация. Предложен метод автоматического выделения деревьев и идентификации пород на основе интеграции лидарных и гиперспектральных данных. Точность сегментации крон для деревьев выше 15 м составила 78,5 %, что подтверждает перспективность метода для мониторинга лесов и оценки углеродного баланса.

Ключевые слова: лидар, лес, карбоновый полигон, модель высоты кроны

Для цитирования: Автоматизированная идентификация пород древесных растений на основе интеграции лидарных и гиперспектральных данных в условиях карбонового полигона / А. Р. Шамсутдинова, Р. Р. Султанова, Р. Ф. Мустафин, Л. Р. Загитова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 350−354.

© Шамсутдинова А. Р., Султанова Р. Р., Мустафин Р. Ф., Загитова Л. Р., 2026

Original article

AUTOMATED IDENTIFICATION OF WOOD PLANT SPECIES BASED ON THE INTEGRATION OF LIDAR AND HYPERSPECTRAL DATA IN CARBON POLYGON CONDITIONS

Aliya R. Shamsutdinova[1], Rida R. Sultanova[2], Radik F. Mustafin[3], Larisa R. Zagitova[4]
[1–4] Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
[1] shamsutdinova.alya2015@yandex.ru
[2] vestnik-bsau@mail.ru
[3] mustafin-1976@mail.ru
[4] l_zagitova@mail.ru

Abstract. A method for automatic tree selection and species identification based on the integration of lidar and hyperspectral data has been proposed. The accuracy of crown segmentation for trees above 15 m was 78,5 %, which confirms the potential of this method for forest monitoring and carbon balance assessment.

Keywords: lidar, forest, carbon polygon, crown height model

For citation: Avtomatizirovannaya identifikaciya porod drevesny`x rastenij na osnove integracii lidarny`x i giperspektral`ny`x danny`x v usloviyax karbonovogo poligona [Automated identification of wood plant species based on the integration of lidar and hyperspectral data in carbon polygon conditions] (2026) A. R. Shamsutdinova, R. R. Sultanova, R. F. Mustafin, L. R. Zagitova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 350–354. (In Russ).

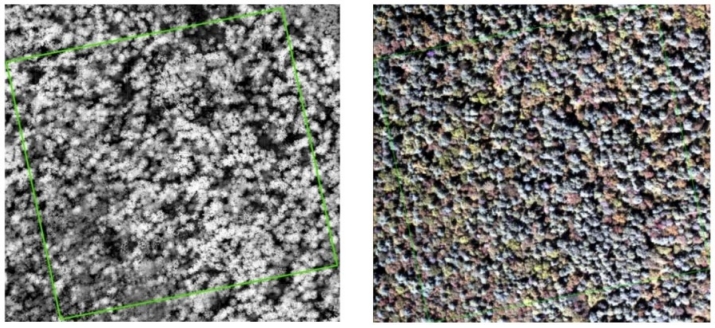
Современные задачи лесного хозяйства и экологического мониторинга, в частности в рамках функционирования карбоновых полигонов, требуют высокоточных и эффективных методов инвентаризации лесных ресурсов. Традиционные методы наземной таксации трудоемки и обладают субъективностью. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) предлагает решения для автоматизации этих процессов. Особый интерес представляет интеграция лидарных данных, позволяющих точно определить структуру леса [1], и гиперспектральных данных, несущих информацию о биохимическом составе растительности [2]. Целью данного исследования является разработка и апробация методики идентификации отдельных видов деревьев путем совмещения лидарной и гиперспектральной информации.

Исследование проводилось на территории карбонового полигона, расположенного в Дмитриевском участковом лесничестве Уфимского района Республики Башкортостан. В августе 2022 г. были получены следующие данные.

1. Лидарные данные. Съемка выполнена с помощью сканера Zenmuse L1 с высоты 150–170 м. Плотность точек составила ~12 точек/м^2. На основе классификации лидарных точек были построены цифровая модель местности (ЦММ) и цифровая модель рельефа (ЦМР) в ПО TerraScan.

2. Гиперспектральные данные. Съемка проведена в тот же период с бортового гиперспектрального сенсора, обеспечивающего 23 спектральных канала с пространственным разрешением 0,5 м. Выполнена радиометрическая, геометрическая и атмосферная коррекции.

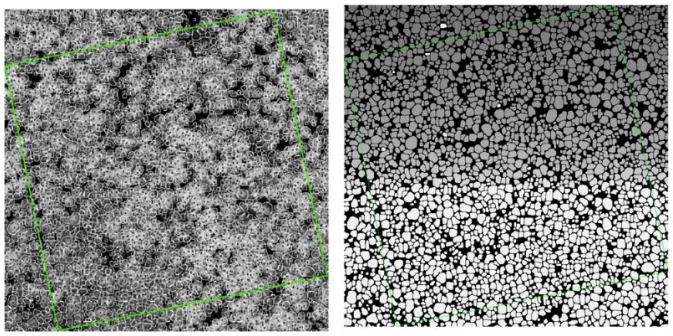
На первом этапе была рассчитана модель высоты кроны (МВК) как разность между ЦММ и ЦМР с разрешением 0,5 м (рис. 1, *а*, *б*). Гиперспектральные данные были зарегистрированы с лидарными производными (МВК и ортофотоплан) по одноименным точкам в ПО ENVI для обеспечения пиксельной точности совмещения.



а *б*

Рис. 1. Обработанные снимки исследуемой территории:
а – модель высоты кроны; *б* – гиперспектральное изображение

Для сегментации отдельных крон к МВК был применен алгоритм водораздела с морфологическим контролем [3]. Метод включает: 1) заполнение недопустимых значений в МВК; 2) определение локальных максимумов как вершин деревьев; 3) преобразование водораздела для очерчивания границ крон. Результат сегментации показан на рис. 2.



а *б*

Рис. 2. Результаты выделения отдельных деревьев:
а – результаты выделения отдельных деревьев;
б – изображение индивидуального дерева

Всего было выделено 2642 отдельных дерева. Распределение высот показано на рис. 3. Верификация по данным наземной таксации (2805 деревьев) подтвердила корректное выделение 2203 деревьев, что составляет 78,5 %.

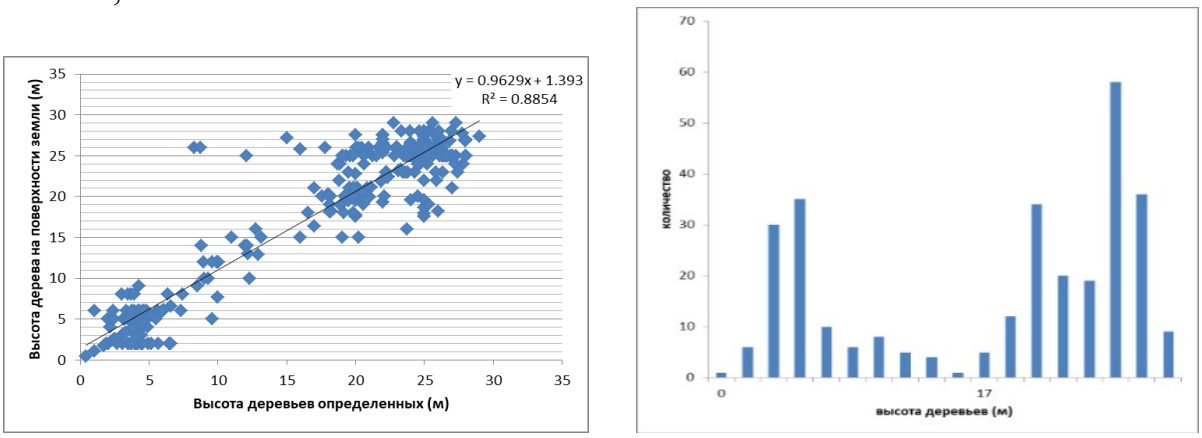


Рис. 3. Статистика высоты отдельных деревьев по данным модели высоты кроны, полученным с помощью лидара. Результаты проверки высоты отдельных деревьев и распределение высоты отдельных деревьев

Для каждого сегмента дерева из гиперспектрального изображения извлекались пиксели, попадающие в его крону. Для исключения невегетационных пикселей (тень, почва) применялся порог по коэффициенту отражения в ближнем ИК-диапазоне (798,5 нм > 0,1). Для каждого дерева вычислялся усредненный спектр. Результат выделения спектров представлен на рис. 4.

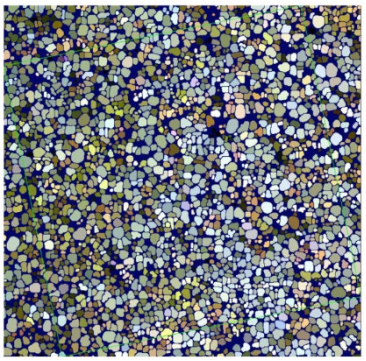


Рис. 4. Результаты выделения и объединения спектров отдельных деревьев (R: 693,6 нм; G: 533,6 нм; B: 459,7 нм)

Анализ спектров показал четкие различия в форме кривых отражения между породами, особенно в ближней инфракрасной области, что связано с различиями во внутренней структуре листа и содержании воды. Это подтверждает возможность их автоматической классификации.

Основные источники погрешности метода включают неидеальную регистрацию разнородных данных, присутствие в кронах пикселей тени

и почвы, сложность выделения деревьев под пологом леса (МВК фиксирует в основном верхний ярус).

На основе наземных данных были отобраны репрезентативные образцы для трех основных пород: липы, березы и осины. На рис. 5 представлены усредненные спектральные кривые для этих видов.

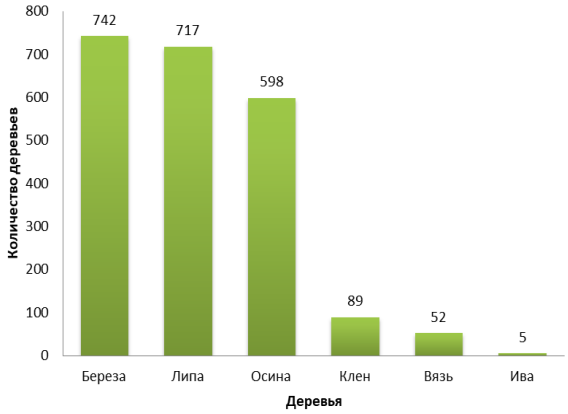


Рис. 5. Подсчет деревьев высотой более 15 м

В работе представлена эффективная методика автоматизированного выделения отдельных деревьев и подготовки данных для идентификации пород на основе интеграции лидарных и гиперспектральных данных. Апробация методики на территории карбонового полигона показала высокую точность сегментации крон для деревьев верхнего полога (78,5 %); наличие уникальных спектральных сигнатур у основных лесообразующих пород (липа, береза, осина). Предложенный подход является перспективным для решения задач точной инвентаризации лесов, мониторинга биоразнообразия и оценки углерододепонирующей способности лесных экосистем в рамках программ карбоновых полигонов.

Список источников

1. Мифтахов И. Р. Мониторинг потоков парниковых газов в агроэкосистемах // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы XIV Национальной научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 17–18 ноября 2021 г. Уфа : Башкир. гос. аграрн. ун-т, 2021. С. 60–67.

2. Замолодчиков Д. Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Лесоведение. 2011. № 4. С. 15–22.

3. Мустафин Г. Р., Шамсутдинова А. Р., Мифтахов И. Р. Измерение концентрации углекислого газа в атмосфере // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : материалы Национальной научно-практической студенческой конференции, Брянск, 07–08 декабря 2022 г. / отв. ред. Е. Д. Селифонова, Т. А. Степченко, О. В. Тишина. Т. 2. Брянск : Брянск. гос. ун-т им. академика И. Г. Петровского, 2022. С. 124–129. EDN GGILDB

Научная статья
УДК 630. 561.21, 630.561.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ПО ДИАМЕТРУ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ

Олеся Александровна Шапошникова[1], Ирина Сергеевна Сальникова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] shaposhnikova.olesea@yandex.ru
[2] salnikovais@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследование прироста диаметра стволов деревьев сосны показало, что в разнотравном типе леса по сравнению с другими типами приросты значительно выше. Корреляционный анализ зависимости между диаметром ствола и диаметром кроны выявил положительную связь в двух из трех изученных типах леса.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, сосняк брусничниковый, сосняк ягодниковый, сосняк разнотравный, прирост по диаметру

Для цитирования: Шапошникова О. А., Сальникова И. С. Исследование текущего прироста по диаметру деревьев сосны // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 355−358.

Original article

RESEARCH OF CURRENT DIAMETER GROWTH OF PINE TREES

Olesya A. Shaposhnikova[1], Irina S. Salnikova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] shaposhnikova.olesea@yandex.ru
[2] salnikovais@m.usfeu.ru

Abstract. The research of diameter growth of pine trees showed that growth rates are significantly higher in a mixed-herb forest type compared to other forest types. Correlation analysis of the relationship between the trunk diameter and the crown diameter showed a positive association in two out of the three forest types researched.

© Шапошникова О. А., Сальникова И. С., 2026

Keywords: Scots pine, bilberry pine forest, berry pine forest, mixed-herb pine forest, diameter growth

For citation: Shaposhnikova O. A., Salnikova I. S. (2026) Issledovanie tekushhego prirosta po diametru derev`ev sosny` [Research of current diameter growth of pine trees]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 355–358. (In Russ).

В современных условиях устойчивого лесопользования особое значение имеет понимание закономерностей роста древесных насаждений. Одним из ключевых биометрических показателей, позволяющих судить о состоянии, продуктивности и жизнеспособности лесных экосистем, является прирост в диаметре ствола. Настоящая работа посвящена изучению основных статистических показателей прироста диаметра деревьев сосны в насаждениях различных типов леса, расположенных на территории Уральского учебно-опытного лесхоза.

Материалом для исследования послужили данные модельных деревьев, отобранных на пробных площадях в сосновых древостоях наиболее распространенных типов леса: в брусничниковом типе леса (далее Сбр) – 57 шт. (возраст 43–100 лет); в ягодниковом типе леса (далее Сяг) – 100 шт. (возраст 30–94 года); в разнотравном типе леса (далее Сртр) – 28 шт. (возраст 23–88 лет).

Для сравнения рядов распределения деревьев сосны по приросту диаметра были рассчитаны основные статистические показатели, которые представлены в таблице.

Основные статистические показатели абсолютного прироста диаметра деревьев сосны в исследуемых типах леса

Статистический показатель	Сртр	Сяг	Сбр
Среднее значение, см	1,55	1,15	1,095
Дисперсия, см	2,40	0,47	0,59
Среднее квадратическое отклонение, см	1,55	0,69	0,77
Стандартная ошибка	0,29	0,07	0,10
Коэффициент асимметрии	1,82	0,49	0,94
Коэффициент эксцесса	2,96	–0,94	0,11
Коэффициент вариации, %	100,08	59,96	70,04

Средний прирост диаметра у деревьев сосны в разнотравном типе леса выше, чем в брусничниковом и ягодниковом. Во всех рассматриваемых типах леса наблюдается правосторонняя асимметрия распределения,

свидетельствующая о преобладании небольших значений прироста среди большинства деревьев. Косость распределения в ягодниковом типе леса умеренная, в двух других типах леса – значительная. Коэффициент эксцесса для ягодникового типа леса является отрицательным, что говорит о меньшей крутости распределения по сравнению с нормальным распределением, тогда как в сосняке разнотравном наблюдается сильная крутость распределения. Высокий коэффициент вариации (более 50 %) подтверждает очень большую изменчивость признака.

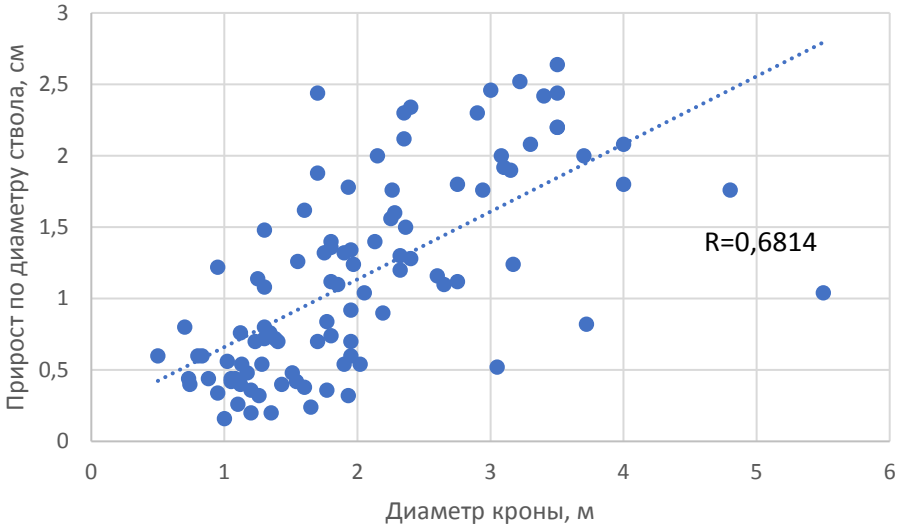
В целом статистические показатели рядов распределений демонстрируют схожесть тенденций прироста диаметра в брусничниковом и ягодниковом типах леса, позволяя предположить единую закономерность. Напротив, в разнотравном типе леса отмечена большая изменчивость прироста, вероятно, связанная с незначительным числом замеров (всего 28 деревьев преимущественно четвертого класса возраста).

С. Г. Биганова и соавторы [1] предлагают использовать для анализа прироста диаметра ствола дополнительно редукционные числа, которые позволяют учитывать положение конкретного дерева в иерархии древостоя. Этот параметр нормализует диаметр дерева относительно среднего по участку, что делает возможным сопоставление деревьев между собой при анализе неоднородных по составу и возрасту насаждений. Особенно полезен этот подход в разновозрастных и разнокомпонентных лесах, где стандартные таксационные показатели дают слишком усредненную картину.

Рост ствола сосны напрямую зависит от размера ее кроны. Результаты исследований В. В. Иванова с соавторами подтверждают, что увеличение плотности посадок прямо влияет на архитектурную структуру крон и замедляет диаметральный прирост за счет усиленной конкуренции за свет [2]. Также исследование М. К. Козлова и Д. А. Костюченко, посвященное динамике роста молодняков сосны обыкновенной, подтверждает, что важным условием устойчивого радиального прироста является не только плотность посадки, но и своевременное проведение агротехнических мероприятий: «уход за молодняками, прочистки, формирование крон и борьба с подлеском» [3]. Эти мероприятия способствуют снижению внутриценотической конкуренции и обеспечивают деревьям более стабильные условия освещенности и питания. Более того, авторы отмечают, что именно в молодом возрасте формируются ключевые параметры крон, определяющие физиологический потенциал дерева на последующие десятилетия.

В наших исследованиях также был проведен корреляционный анализ для установления наличия и силы связи между приростом диаметра ствола и размером кроны. Для типа леса сосняк брусничниковый коэффициент корреляции составил 0,41, что указывает на наличие положительной связи умеренной тесноты (по шкале Чеддока). Это подтверждает факт увеличения прироста ствола при большей ширине кроны дерева.

На рисунке для примера приведена диаграмма зависимости исследуемых показателей для ягодникового типа леса. Связь высокой тесноты (коэффициент корреляции 0,68) говорит о сильной зависимости прироста от условий освещенности и фотосинтеза в данном типе леса.



Зависимость прироста диаметра ствола от диаметра кроны
в типе леса сосняк ягодниковый

Для типа леса сосняк разнотравный коэффициент корреляции составляет только 0,22. Критерий Стьюдента при этом равен 1,16, что свидетельствует о недостоверности связи между исследуемыми показателями для данного типа леса.

Таким образом, исследования подтверждают наличие связи между приростом диаметра ствола и шириной кроны сосны, за исключением разнотравного типа леса, что может быть обусловлено небольшим объемом выборки. Эти результаты открывают возможности для дальнейшей разработки регрессионных моделей, основанных на ширине кроны как ключевом факторе прогнозирования прироста диаметра ствола деревьев сосны.

Список источников

1. Редукционные числа и прирост по диаметру сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях г. Майкопа / С. Г. Биганова, Ю. И. Сухоруких, Л. А. Колесова, Е. О. Кияшкина // Научный журнал КубГАУ. 2018. № 144 (10). С. 1–15.

2. Иванов В. В., Борисов А. Н., Петренко А. Е. Влияние густоты древостоя на формирование кроны и рост по диаметру сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Аграрный вестник Урала. 2018. № 10 (177). С. 25–30.

3. Козлов М. К., Костюченко Д. А. Динамика роста молодняков сосны обыкновенной в учебно-опытном лесхозе БГИТУ // Аграрный вестник Урала. 2022. № 10 (213). С. 81–88.

Научная статья
УДК 630.43

ВЫСОТА НАГАРА КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК ОТПАДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

Павел Валерьевич Щеплягин
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
shchepliagin@yandex.ru

Аннотация. Разработка методов борьбы с негативными последствиями лесных пожаров сохраняет свою актуальность. Изучение влияния высоты нагара на долю потенциального отпада является одной из методик по сокращению послепожарного ущерба. В данной работе установлено, что с увеличением высоты нагара увеличивается и доля потенциального отпада.

Ключевые слова: потенциальный отпад, послепожарный ущерб, высота нагара, лесной пожар

Для цитирования: Щеплягин П. В. Высота нагара как диагностический признак отпада в сосновых насаждениях // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 359–362.

Original article

SCORCH HEIGHT AS A DIAGNOSTIC SIGN OF OVERAGED WOOD IN PINE PLANTATIONS

Pavel V. Shchepliagin
Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
shchepliagin@yandex.ru

Abstract. The development of methods to combat the negative effects of forest fires remains relevant. Researching the influence of the scorch height on the proportion of potential overaged wood is one of the methods for reducing post-fire damage. In this work, it was found that with an increase of scorch height, the proportion of potential overaged wood also increases.

Keywords: potential overaged wood, post-fire damage, scorch height, forest fire

© Щеплягин П. В., 2026

For citation: Shchepliagin P. V. (2026) Vy`sota nagara kak diagnosticheskij priznak otpada v sosnovy`x nasazhdeniyax [Scorch height as a diagnostic sign of overaged wood in pine plantations]. Nauchnoe tvorchestvo molodezi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : material of the XXII All-Russia (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 359–362. (In Russ).

Леса ежегодно подвергаются пагубному воздействию вследствие различных факторов как природного, так и антропогенного характера [1, 2]. Одним из наиболее частых случаев ослабления лесов являются лесные пожары. Например, в Уральском федеральном округе в период с 2021 по 2022 гг. было зафиксировано 3 412 случаев возникновения лесных пожаров на общей площади 477,44 тыс. га [3].

Борьба с лесными пожарами является неотъемлемой частью работы лесохозяйственных ведомств, которая, помимо уровня физической подготовки работников, требует соответствующих материальных и информационных средств, а также знаний как по непосредственному тушению, так и по ликвидации последствий лесных пожаров [4]. Таковым знанием является теория о прогнозировании потенциального отпада насаждений путем использования в качестве его критериев среднего диаметра древостоя и средней высоты нагара на стволах деревьев [5].

Для данного исследования в условиях Средне-Уральского таежного лесного района было заложено 11 постоянных пробных площадей (ППП). На ППП были получены средний диаметр древостоя, средняя высота нагара и потенциальный отпад. Данные представлены в таблице.

Характеристика лесных пожаров на исследованных ППП

№ ППП	Вид пожара	Интенсивность	Средний диаметр, см	Средняя высота нагара, м	Потенциальный отпад, %
1	Низовой устойчивый	Высокая	33,4	2,71	43,22
4	Низовой устойчивый	Средняя	39,7	2,54	39,71
6	Низовой устойчивый	Слабая	39,8	1,56	21,54
15	Низовой устойчивый	Слабая	40,9	1,77	12,08
16	Низовой устойчивый	Слабая	34,6	0,78	3,98
18	Низовой устойчивый	Слабая	30,9	1,72	8,08
21	Низовой устойчивый	Слабая	38,1	0,76	11,89

Окончание таблицы

№ ППП	Вид пожара	Интенсив-ность	Средний диаметр, см	Средняя высота нагара, м	Потенциальный отпад, %
22	Низовой устойчивый	Слабая	28,9	1,13	10,41
23	Низовой устойчивый	Слабая	40,8	1,30	2,75
24	Низовой устойчивый	Слабая	39,6	0,95	2,48
25	Низовой устойчивый	Слабая	27,4	1,50	5,89

Как мы видим из таблицы, участки ППП были пройдены устойчивым низовым пожаром различной интенсивности, в основном слабой, средней. Диаметр деревьев на высоте 1,3 м варьирует в пределах от 27,4 до 40,9 см, а средняя высота нагара – от 0,76 до 2,71 м. Для наглядности полученные результаты были представлены в виде графика зависимости доли потенциального отпада от высоты нагара.

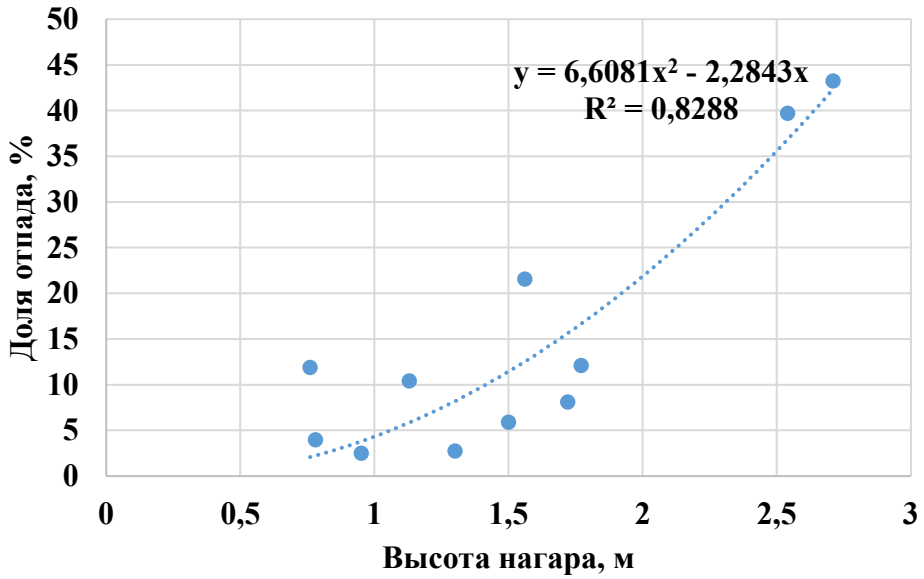


График зависимости доли потенциального отпада от высоты нагара при среднем диаметре древостоя от 27 до 40 см

Таким образом, при высоте нагара до 1,5 м доля потенциального отпада в сосновом древостое составляет до 15 %, при высоте нагара от 1,5 до 2 м – до 25 %, а при высоте нагара свыше 2,5 м потенциальный отпад составит до 45 %. Данный график показывает довольно высокую зависимость с коэффициентом детерминации 0,8288. Это подтверждает теорию о том, что с увеличением высоты нагара на стволах увеличивается и доля потенциального отпада. Данное положение предоставляет возможность

прогнозировать отпад в сосновых насаждениях после прохождения лесных пожаров и предотвращать негативные последствия путем проведения своевременных мероприятий.

Исследование показало, что, в условиях Средне-Уральского таежного лесного района при высоте нагара до 1,5 м потенциальный отпад в сосновом древостое составляет до 15 %, при высоте нагара от 1,5 до 2 м – до 25 %, а при высоте нагара свыше 2,5 м – до 45 %.

Коэффициент детерминации зависимости доли потенциального отпада от высоты нагара равняется 0,8288.

Использование высоты нагара в качестве диагностического признака прогнозирования потенциального отпада возможно, однако необходимо увеличить выборку и расширить применяемые во внимание сопутствующие факторы, такие как вид, интенсивность, давность лесного пожара, погодные и лесорастительные условия.

Список источников

1. Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрный вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.

2. Оценка горимости лесов Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов, А. М. Ерицов, И. М. Секерин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 93–101. DOI: 10.51318/FRET. 2024. 31.73.008

3. Динамика количества лесных пожаров и пройденной ими площади в Уральском федеральном округе / И. М. Секерин, А. М. Ерицов, А. А. Кректунов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2 (85). С. 24–32.

4. Кузнецов Л. Е., Залесов С. В. Совершенствование плана противопожарного обустройства лесов в Тюменской области // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 73–82.

5. Архипов Е. В., Залесов С. В. Минимизация послепожарного ущерба в сосняках после низовых лесных пожаров // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1 (80). С. 26–36.

Научная статья
УДК 630.43

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ БУЗУЛУКСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Павел Валерьевич Щеплягин[1], Валерьян Николаевич Луганский[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] shchepliagin@yandex.ru
[2] luganskiyvn@m.usfeu.ru

Аннотация. Бузулукский район характерен весенней засушливостью, что в разы увеличивает вероятность возникновения пожаров. Несмотря на достаточно небольшую площадь лесов, пожарам леса подвергаются регулярно. В данной работе проанализированы причины возникновения пожаров и даны рекомендации по их минимизации.

Ключевые слова: лесной пожар, причины возникновения, пожарная опасность

Для цитирования: Щеплягин П. В., Луганский В. Н. Причины возникновения лесных пожаров на территории Бузулукского лесничества Оренбургской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 363–366.

Original article

THE CAUSES OF OCCURRENCE OF FOREST FIRES ON THE TERRITORY OF BUZULUK FORESTRY OF THE ORENBURG REGION

Pavel V. Shcheplyagin[1], Valerian N. Luganskiy[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] shchepliagin@yandex.ru
[2] luganskiyvn@m.usfeu.ru

Abstract. Buzuluk district is characterized by spring aridness, which significantly increases the risk of fires. Despite the relatively small area of forests, forests are regularly exposed to fires. In this paper, the causes of occurrence of fires are analyzed and recommendations for their minimization are given.

Keywords: forest fire, causes of occurrence, fire hazard

© Щеплягин П. В., Луганский В. Н., 2026

For citation: Shcheplyagin P. V., Luganskiy V. N. (2026) Prichiny` vozniknoveniya lesny`x pozharov na territorii Buzulukskogo lesnichestva Orenburgskoj oblasti [The causes of occurrence of forest fires on the territory of Bazuluc forestry of the Orenburg region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : material of the XXII All-Russia (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 363–366. (In Russ).

Развитая сельскохозяйственная деятельность южных регионов нашей страны обусловливает наличие сельскохозяйственных угодий в большей степени, чем лесных массивов. Так, площадь, занятая лесами, составляет около 11 % от общей площади Бузулукского района [1]. Обширные сельскохозяйственные площади в совокупности с небольшими островками лесных насаждений поспособствовали становлению развитой сети дорожной инфраструктуры в пределах описываемой территории. Это, в свою очередь, дает возможность лесным ведомствам проводить лесохозяйственные мероприятия более оперативно, что в данной отрасли является значительным преимуществом [2]. Однако также это способствует более интенсивному рекреационному воздействию, после которого нередки случаи возникновения лесных пожаров.

Лесопожарная обстановка на территории лесничества определяется весенним ходом погоды. Несмотря на невысокие температуры воздуха, на фоне малого количества осадков весна характеризуется засушливостью, связанной с прогреванием сухих воздушных масс воздуха в условиях солнечной малооблачной погоды. Поэтому часто снежный покров тает, а влага испаряется раньше установления температуры воздуха 0 °С, что определяет почти полное отсутствие влаги в виде талых вод.

Площадь участков лесного фонда лесничества (85 %) характеризуется высокой природной пожарной опасностью (II–III класса), где низовые пожары происходят в течение всего пожароопасного сезона. В насаждениях II класса пожарной опасности, занимающих 15 % площади лесничества, регулярно возникают лесные пожары, которые в периоды пожарного максимума легко переходят в насаждения III класса пожарной опасности (70 % площади лесничества). Средний класс по лесничеству достаточно высок и составляет 3,0.

Для борьбы с лесным пожаром прежде всего необходимо определить причины его возникновения [3]. Делать это следует для того, чтобы в будущем иметь представление о данных причинах, что предоставит возможность более грамотно и рационально распределить силы и средства в определенных направлениях. В этой связи была составлена таблица, в которой представлено распределение лесных пожаров по причинам их возникновения в период с 2014 по 2024 гг.

По данным таблицы мы видим, что всего за десятилетний период на территории Бузулукского лесничества было зарегистрировано 60 случаев возникновения лесных пожаров. Из них к невыявленным причинам отнесено 5 случаев. Основной же причиной возникновения лесных пожаров является неосторожное обращение населения с огнем, что составляет 43,3 % от общего числа случаев. Следующая по релевантности причина – от сельхозработ и работ иных категорий, из-за которой за период наблюдений возникло 14 пожаров, или 23,3 %. Экстремальным годом за анализируемый период был 2021 г., когда возникло 30 (50 %) случаев лесных пожаров. На эти же годы приходится и большая пройденная огнем площадь лесного фонда лесничества – 436,621 га. Следует отметить, что наибольше число лесных пожаров, возникших по причине неосторожного обращения населения с огнем, произошло в 2020 и 2021 гг., а по причине сельхозработ и работ иных категорий – в 2021 и 2023 гг. Связано это, по всей видимости, с удачно сложившимися погодными условиями тех годов, которые повсеместно характеризовались достаточно сухими и жаркими.

Распределение лесных пожаров по причинам их возникновения

Наименование причин	В том числе по годам, шт.											Всего, шт.	Доля, %
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Всего пожаров, в том числе:	3	1	–	1	3	–	11	30	2	9	–	60	100
Не выявленные причины	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	5	8,3
Выявленные причины, в том числе:	3	1	–	1	3	–	11	25	2	9	–	55	91,7
Неосторожное обращение с огнем населения	2	1	–	1	1	–	10	9	–	2	–	26	43,3
Линии электропередач	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	2	3,3
Сельхозработ и работ иных категорий	–	–	–	–	–	–	1	6	1	6	–	14	23,3
Молнии	1	–	–	–	1	–	–	3	–	–	–	5	8,3
От железной дороги	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1	1,7
От автодороги	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	1,7

Таким образом, после анализа данной таблицы становится понятным, что основную роль в возникновении лесных пожаров играет человек. Происходит это в большинстве случаев во время его пребывания и отдыха в лесу. Поэтому исходя из данных условий лесохозяйственным службам перед началом пожароопасного сезона необходимо тщательно провести информационную работу с населением, организовать противопожарное обустройство и маршрут патрулирований тех территорий, которые наиболее часто посещаются местным населением.

Выводы:

1. В зоне интенсивного ведения сельского хозяйства и небольшого количества лесных массивов характерно наличие развитой инфраструктурной сети, что, в свою очередь, позволяет местному населению заниматься рекреационной деятельностью на имеющихся лесных территориях.

2. Площадь участков лесного фонда лесничества (85 %) характеризуется высокой природной пожарной опасностью (II–III класса). В насаждениях II класса пожарной опасности, занимающих 15 % площади лесничества, регулярно возникают лесные пожары, которые в периоды пожарного максимума легко переходят в насаждения III класса пожарной опасности (70 % площади лесничества).

3. Основной причиной возникновения лесных пожаров на территории Бузулукского лесничества является неосторожное обращение населения с огнем, которая составляет 43,3 % от общего числа случаев. Для их минимизации в первую очередь необходимо заблаговременно проводить агитационные работы по информированию местного населения о правилах пожарной безопасности в лесах.

Список источников

1. Лесохозяйственный регламент ГКУ «Бузулукское лесничество» : приказ № 385 : утвержден Министерством лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области 17 декабря 2018 года // Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области : [сайт]. URL: https://mpr.orb.ru/activity/655/ (дата обращения: 30.11.2025).

2. Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.

3. Оценка горимости лесов в Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов, А. М. Ерицов, И. М. Секерин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 93–101.

Научная статья
УДК 630.114

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА УГЛТУ

Александра Владимировна Щеплягина[1], Денис Игоревич Иванов[2], Любовь Павловна Абрамова[3], Валерьян Николаевич Луганский[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ananinaav@m.usfeu.ru
[2] dezelwin@gmail.com
[3] abramovalp@m.usfeu.ru
[4] luganskiyvn@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучены лесоводственно-таксационные показатели насаждений на пробных площадях и морфологические признаки почвенных разностей основных типов леса на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. Рассмотрена их сравнительная характеристика и условия формирования.

Ключевые слова: почва, плодородие, факторы почвообразования, тип леса, насаждение

Для цитирования: Морфологическая характеристика почв основных типов леса Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ / А. В. Щеплягина, Д. И. Иванов, Л. П. Абрамова, В. Н. Луганский // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 367−371.

© Щеплягина А. В., Иванов Д. И., Абрамова Л. П., Луганский В. Н., 2026

Original article

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOILS OF THE MAIN FOREST TYPES OF THE URAL EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FORESTRY OF USFEU

Alexandra V. Shcheplyagina[1], Denis I. Ivanov[2], Lyubov P. Abramova[3], Valerian N. Luganskiy[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ananinaav@m.usfeu.ru
[2] dezelwin@gmail.com
[3] abramovalp@m.usfeu.ru
[4] luganskiyvn@m.usfeu.ru

Abstract. The forest management and taxation parameters of plantations on sample plots and the morphological features of soil variations of major forest types within the territory of the Ural Educational and Experimental Forestry Farm of USFEU were researched. Their comparative characteristics and formation conditions were examined.

Keywords: soil, fertility, soil-forming factors, forest type, plantation

For citation: Morfologicheskaya xarakteristika pochv osnovny`x tipov lesa Ural`skogo uchebno-opy`tnogo lesxoza UGLTU [Morphological characteristics of soils of the main forest types of the Ural educational and experimental forestry of USFEU] (2026) A. V. Shcheplyagina, D. I. Ivanov, L. P. Abramova, V. N. Luganskiy. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of under graduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 367–371. (In Russ).

Актуальность исследований определяется значением почвенных условий для роста и развития растительности, включая лесные насаждения. Плодородие выступает в качестве прямого экологического фактора, который может успешно регулироваться.

Объектом исследований являются почвенные разности основных типов леса УУОЛ УГЛТУ Свердловской области.

Цель исследований – изучение почвенного покрова, морфологическое описание выявленных почвенных разностей, диагностика и сравнительная оценка их формирования в связи с их географической и лесотипологической принадлежностью.

Научная новизна исследований определяется их комплексностью и высокой детализацией. В данном районе ранее такие целостные исследования не проводились или отличались отрывочностью и бессистемностью.

Практическая значимость работы заключается в получении данных для обеспечения эффективного лесопользования с учетом лесорастительных (почвенных) условий различных типов леса Среднего Урала с целью сохранения биоразнообразия и недопущения деградации лесных экосистем.

Заявленные исследования проведены с учетом общепринятых методических работ С. В. Зонна (1964); Г. П. Мотовилова (1967); А. А. Молчанова, В. В. Ремезова, Роде А. А., Н. П. Базилевич (1964, 1966), Е. В. Аринушкиной (1978) и др., а также соответствующих ГОСТов. Исследования выполнялись под руководством проф. Л. А. Сеньковой в 2024–2025 гг.

В табл. 1 представлена лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на ПП, которая позволяет установить тесную зависимость состава и продуктивности древостоев от типов леса. Рассмотрены три преобладающих на территории лесхоза сосновых типа леса.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на ПП

№ ПП	Квартал/ выдел	Состав	Тип леса	Возраст, лет	Относительная полнота	Бонитет	Средние по преобладающей породе (сосне)		Запас, $м^3$/га
							диаметр, см	высота, м	
2	41/4	9С1БедЕ	Сбр	140	0,6	III	29,0	25,5	303
3	40/13	10СедБ,Е	Сяг	100	0,6	III	34,9	25,4	367
4	41/7	8С1Б+ЕедОс	Срт р	130	0,7	II	41,3	27,3	360

Изучение почв по морфологическим признакам представляет собой анализ их происхождения и эволюции. Морфологические особенности профиля почвы отражают динамику процессов трансформации исходных горных пород в почвенный субстрат под воздействием комплекса почвообразующих факторов [1, 2]. К ним В. В. Докучаев относит: климат, растительность, материнскую почвообразующую породу, рельеф, возраст почвы и антропогенный фактор. В условиях антропогенных воздействий естественный почвообразовательный процесс может значительно изменяться, что характерно, например, для лесопарков.

В условиях, где отсутствует антропогенное воздействие, морфология почв претерпевает изменения очень медленно, что обеспечивает возможность ретроспективного анализа направлений и интенсивности ее развития. Актуальное состояние почвенного покрова служит основой для обоснования решений по оптимизации и усилению эффективности лесохозяйственной деятельности.

Сводные данные по морфологической характеристике почв в доминирующих типах леса с их диагностикой рассмотрены в табл. 2.

Таблица 2

Морфологическая характеристика почв в доминирующих типах леса

Номер разреза	Тип леса	Гранулометрический состав верхнего минерального горизонта	Строение профиля почвы	Диагностика почвенной разности
2	Сбр	Супесчаная	A_0+A_1+BC+C	Бурая горно-лесная Неполноразвитая Каменисто-галечниковая Маломощная Малогумусная
3	Сяг	Супесчаная	A_0+A_1+A_2B+Bg+Cg	Бурая горно-лесная Оподзоленно-поверхностно глееватая Маломощная
4	Сртр	Легко-суглинистая	A_0+A_1+A_2+A2Bg+Bg+Cg	Горная дерново-подзолистая Контактно-глееватая Среднеподзолистая Слабодерновая Малогумусная

Выводы:

1. Наиболее встречающимися почвами на территории УУОЛ являются бурые горнолесные почвы (до 37 %), на которых произрастают насаждения типов леса сосняки ягодниковый и брусничный средней продуктивности (II–III бонитет). Почвенный профиль данных почв имеет слабую дифференциацию на генетические горизонты. Бурые почвы сопровождаются процессами оглинивания и обладают хорошим плодородием, имеют кислую реакцию, легкий гранулометрический состав, среднюю обеспеченность элементами питания. Они имеют хорошие общие физические свойства, водные и воздушные свойства.

2. В формировании почвенного покрова района исследований также участвуют почвы, которые образуются в результате подзолистого и дернового ПОП. Это дерново-подзолистые подтипы (21 %), которые отличаются хорошим плодородием, имеют кислую реакцию, легкий гранулометрический состав, среднюю или высокую обеспеченность элементами питания. Их производительность несколько выше (I–II бонитет). Почвенный профиль почвы отличается хорошей дифференциацией на горизонты и неравномерным распределением илистых частиц. В целом данные почвы имеют хорошие общие физические свойства.

3. Ограничивающим фактором для роста растений на бурых лесных почвах выступает малая глубина почвенного профиля. В связи с этим самые неблагоприятные условия для произрастания наблюдаются в горных условиях, особенно в сосновых лесах, растущих на бурых горно-лесных неполноразвитых почвах. Такие почвы могут присутствовать как в сосняках нагорных, так и брусничных (III–IV бонитет).

4. Существует четкая приуроченность типов леса и диагностируемых почвенных разностей к рельефу.

Полученные результаты указывают на прямую связь между формированием почвенных разностей, типов леса и их продуктивностью. Эти сведения дают возможность прогнозировать перспективы использования различных почв для целенаправленного выращивания высокопродуктивных лесных насаждений. Полученные данные обеспечивают комплексную оценку плодородия почв и должны применяться при построениях бонитировочных шкал как для сельскохозяйственных, так и лесных земель [3]. Однако первоначальные варианты таких шкал требуют доработки и усовершенствования. Подобные шкалы следует применять при кадастровой оценке земельных участков и определении стоимости различных категорий земель.

Список источников

1. Анализ особенностей морфологии почв в насаждениях различных типов леса горной части Среднего Урала / Л. А. Сенькова, Л. П. Абрамова, В. Н. Луганский [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (80). С. 87–100.

2. Сенькова Л. А., Абрамова Л. П., Луганский В. Н. Физические свойства почв в основных типах леса Уральского учебно-опытного лесхоза // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4 (84). С. 66–74.

3. Кадастровая оценка покрытых лесом земель по типам леса с учетом их почвенной бонитировки / В. Н. Луганский, И. А. Иматова, Я. С. Саткаускас [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 2 (81). С. 59–67.

Научная статья
УДК 630.450

ДИНАМИКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСНОГО ПАРКА ИМЕНИ ЛЕСОВОДОВ РОССИИ

Александра Владимировна Щеплягина[1], Марина Владимировна Воробьева[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ananinaav@m.usfeu.ru
[2] vorobyevamv@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу динамики санитарного состояния сосновых насаждений лесного парка им. Лесоводов России за период 2004–2025 гг. На основе результатов исследования предлагаются мероприятия по повышению устойчивости насаждений.

Ключевые слова: лесной парк, категории состояния, санитарное состояние, текущий отпад, размер усыхания

Для цитирования: Щеплягина А. В., Воробьева М. В. Динамика санитарного состояния сосновых насаждений лесного парка имени Лесоводов России // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 372−376.

Original article

SANITARY CONDITION DYNAMICS OF PINE PLANTATIONS IN THE FOREST PARK NAMED AFTER THE FORESTERS OF RUSSIA

Alexandra V. Shcheplyagina[1], Marina V. Vorobyova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ananinaav@m.usfeu.ru
[2] vorobyevamv@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of the dynamics of the sanitary condition of pine plantations in the Forest Park named after the Foresters of Russia for the period 2004–2025. Based on the research results, measures are proposed to increase the stability of the plantations.

© Щеплягина А. В., Воробьева М. В., 2026

Keywords: forest park, condition categories, sanitary condition, current over-aged wood, drying out size

For citation: Shcheplyagina A. V., Vorobyova M. V. (2026) Dinamika sanitarnogo sostoyaniya sosnovy`x nasazhdenij lesnogo parka im. Lesovodov Rossii [Sanitary condition dynamics of the pine plantations in the forest park named after the Foresters of Russia]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 372–376. (In Russ).

Урбанизация – процесс, характеризующийся увеличением доли городского населения и площади городов, негативно влияющий как на природные комплексы, так и на качество жизни человека. В городских агломерациях и прилегающих зонах отмечаются повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха, обусловленный интенсивной промышленной деятельностью и развитием транспортной инфраструктуры; изменения климатических параметров; трансформация фитоценозов. Наряду с этим существует связь между ростом урбанизации и увеличением случаев депрессии, тревожных расстройств и других проблем с психическим здоровьем, снижением умственной активности, повышением риска инфекционных заболеваний.

Зеленые насаждения на городской территории в данном случае являются важнейшим фактором жизнеобеспечения. В процессе рекреационной деятельности в природных и природно-антропогенных комплексах человек восстанавливает физическое и психоэмоциональное состояния, а также компенсирует негативные последствия проживания в неблагоприятных условиях [1].

Наибольшую площадь в системе озеленения Екатеринбурга занимают лесные парки – особо охраняемые природные территории областного значения, входящие в состав лесопаркового зеленого пояса города и относящиеся к категории защитных лесов – городские леса [2]. Несмотря на природоохранный статус, к сожалению, в большинстве случаев рекреационное воздействие на лесные экосистемы данных территорий превышает их способность к самовосстановлению. Снижаются их защитные, санитарно-гигиенические и эстетические функции, насаждения деградируют. Правильная организация территории и рациональное ведение лесного хозяйства существенно повышают устойчивость насаждений к антропогенному воздействию. Это возможно только при наличии объективных показателей их состояния [3].

Объект исследования – сосновые насаждения лесного парка им. Лесоводов России, расположенного в юго-восточной части Екатеринбурга и занимающего площадь 877,1 га.

Преподавателями кафедры экологии и природопользования совместно со студентами в рамках учебной практики проводились детальные выборочные обследования насаждений с перечетом деревьев по категориям состояния согласно Правилам санитарной безопасности в лесах.

Учитывались диаметр, высота, категория состояния, на основании которых вычислялся текущий отпад и размер усыхания. Для анализа данных результаты обследования разделили по годам и кварталам участкового лесничества им. Лесоводов России. В исследование вошли насаждения кварталов № 73, 74, 76, 77. Указанные участки являются наиболее посещаемыми местным населением в целях рекреации.

Анализ данных таблицы выявил, что показатели средневзвешенной категории санитарного состояния (СКС), текущего отпада (ТО) и размера усыхания (РУ) демонстрируют значительную изменчивость. Значения СКС варьируют в диапазоне от 2,08 до 3,42, что соответствует категориям ослабленные и сильно ослабленные.

Показатели санитарного состояния сосновых насаждений
лесного парка им. Лесоводов России

Год	Текущий отпад, %	Размер усыхания, %	Средневзвешенная категория санитарного состояния
2004	7,91	16,41	2,52
2005	3,42	12,94	2,82
2006	4,03	18,61	2,60
2007	12,43	30,93	2,90
2008	0,10	3,85	2,08
2010	1,02	19,17	2,85
2011	3,92	21,29	2,75
2012	8,73	27,74	2,98
2013	4,93	30,41	2,99
2014	3,78	26,76	3,14
2017	8,82	38,73	3,41
2018	7,47	29,56	3,13
2019	12,88	39,24	3,42
2021	19,60	26,90	3,03
2024	19,50	33,93	3,18
2025	20,18	30,05	3,14

В 2008 г. зафиксированы наименьшие значения показателей санитарного состояния насаждения. Однако с 2012 г. состояние лесных парков начало системно ухудшаться. Кризисный пик пришелся на 2017–2019 гг., когда были отмечены максимальные значения ТО, РУ и средневзвешенной

категории санитарного состояния – насаждения характеризовались как сильно ослабленные.

Хотя в 2021 г. наблюдалось некоторое улучшение показателей (СКС – 3,03), в период с 2019 по 2025 гг. значения ТО, РУ, СКС устойчиво высокие. Интегральный показатель СКС стабильно превышает 3,0.

Анализ данных по кварталам (73, 74, 76, 77) и общих средних показателей выявляет некоторую пространственную неоднородность в состоянии лесных насаждений (рис. 1–3).

Наиболее подвержены ослаблению насаждения в 73 квартале. Здесь в 2019 г. зафиксирован наибольший текущий отпад – 33,04 %. В 2021 г. он достигает 48,22 %, что означает гибель почти половины древостоя пробной площади в течение одного года. Размер усыхания в 2021 г. также высок – 55,68 %. В 74 квартале сосновые насаждения характеризуются пиком текущего отпада в 2011 (9,43 %), 2019 (18,06 %) и 2021 (22,57 %) гг. и стабильно высокими значениями СКС (часто выше 3,4), что может свидетельствовать о постоянно происходящем процессе ослабления. Данные, полученные в 76 квартале, демонстрируют другую тенденцию – усыхание насаждений имеет резко возрастающий характер. Если в 2021 г. показатели СКС (2,37), текущего отпада (1,45 %) и размера усыхания (4,18 %) были одними из самых низких, то к 2024–2025 гг. ТО достигает 33–34 %, а СКС – 3,67, что свидетельствует о переходе насаждений в категорию усыхающих. Динамика состояния насаждений в 77 квартале отражает долговременный тренд к увеличению текущего отпада и размера усыхания, ухудшению санитарного состояния. Наибольшие значения отмечены в 2017–2021 гг. – текущий отпад достиг 14,24 %, а размер усыхания – 42,46 % при средневзвешенной категории состояния 3,49.

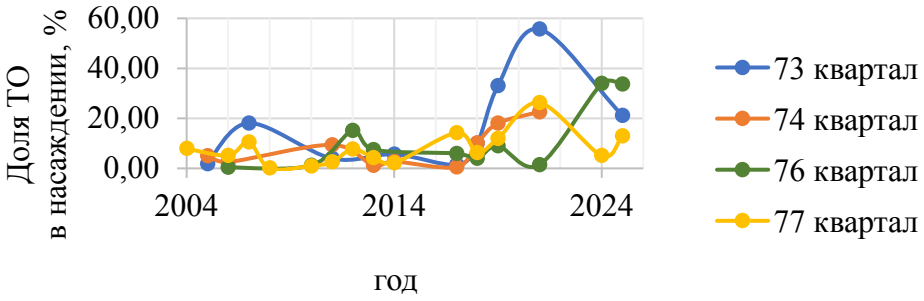


Рис. 1. Текущий отпад сосновых насаждений лесного парка им. Лесоводов России, 2004–2025 гг.

Проведенное исследование динамики состояния лесных насаждений выявило, что за период с 2004 по 2025 гг. проценты текущего отпада и размера усыхания выросли в 2,5 и 1,8 раза соответственно. Средневзвешенная категория состояния увеличилась с 2,52 до 3,14. Это свидетельствует о стабильной тенденции к прогрессирующему ухудшению состояния насаждений и снижению их биологической устойчивости.

На основе полученных данных в целях повышения устойчивости насаждений и их оздоровления предлагается внедрение таких мероприятий, как регулярный мониторинг санитарного состояния древостоев, своевременное проведение санитарно-оздоровительных мероприятий, уборка неликвидной древесины, аварийных деревьев.

Выполнение данных мер направлено на сохранение природных рекреационных ресурсов и улучшение качества среды для отдыха городского населения.

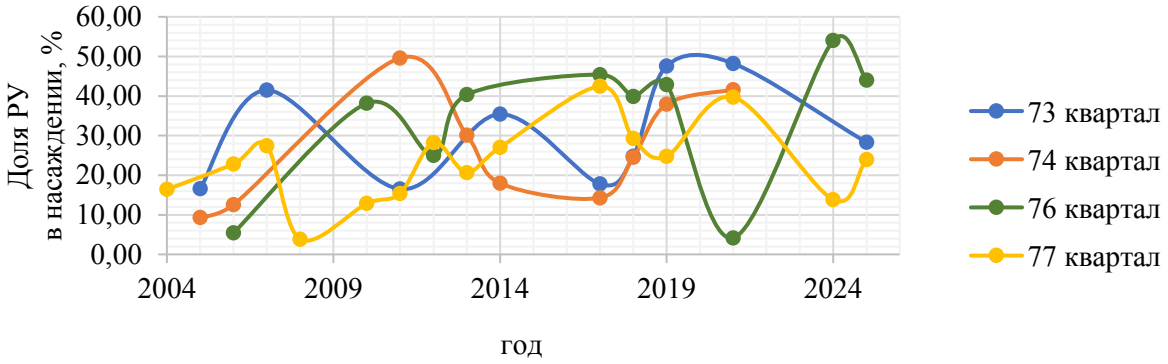


Рис. 2. Размер усыхания сосновых насаждений лесного парка им. Лесоводов России, 2004–2025 гг.

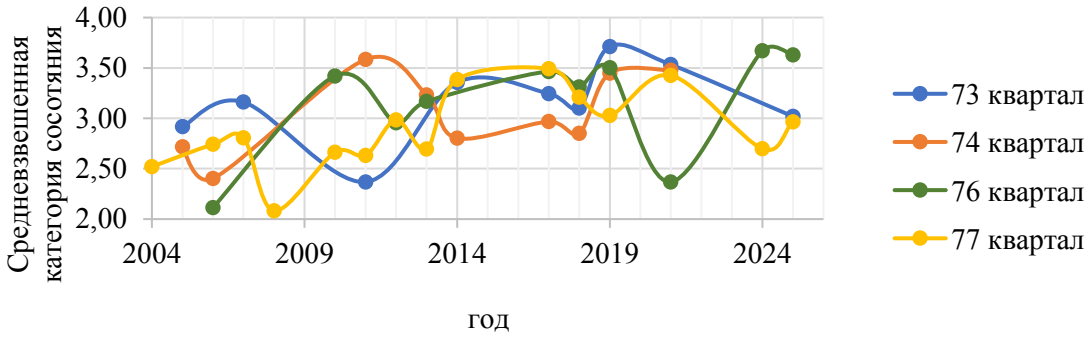


Рис. 3. Средневзвешенная категория состояния сосновых насаждений лесного парка им. Лесоводов России, 2004–2025 гг.

Список источников

1. Бункова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 124 с.

2. Иматова И. А., Юдина П. С. Особенности формирования лесопаркового зеленого пояса вокруг города Екатеринбурга // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург, 2025. С. 83–89.

3. Бункова Н. П., Залесов С. В. Ведение лесного хозяйства в рекреационных лесах. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. 129 с.

Научная статья
УДК 630.561.1, 630.561.3, 630.231.1

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ВЫСОТЫ ПОДРОСТА СОСНЫ НА ВЕТРОВАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ В ПОСТВЕТРОВАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Александр Денисович Юмаков[1], Ксения Алексеевна Карпота[2], Галина Викторовна Анчугова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] sashayumakov@gmail.com
[2] kseniakarpota@gmail.com
[3] anchugovagv@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследование посвящено изучению возрастной динамики высоты подроста сосны обыкновенной на начальных этапах онтогенеза в условиях ветровальной площади на стационаре «Шайтанка». Сосна последующей генерации опережает сосну предварительной генерации, к 20 годам процент расхождения равен 44,1.

Ключевые слова: ветровальная площадь, сосна обыкновенная, возрастная динамика, постветровальный период, ход роста по высоте

Для цитирования: Юмаков А. Д., Карпота К. А., Анчугова Г. В. Возрастная динамика высоты подроста сосны на ветровальной площади в постветровальный период // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 377−381.

Original article

AGE DYNAMICS OF PINE UNDERGROWTH HEIGHT IN THE WINDTHROW AREA DURING THE POST-WINDTHROW PERIOD

Alexander D. Yumakov[1], Ksenia A. Karpota[2], Galina V. Anchugova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] sashayumakov@gmail.com
[2] kseniakarpota@gmail.com
[3] anchugovagv@m.usfeu.ru

Abstract. The research is devoted to the study of the age dynamics of the undergrowth height of Scots pine at the initial stages of ontogenesis in the

© Юмаков А. Д., Карпота К. А., Анчугова Г. В., 2026

conditions of the windthrow at Shaitanka station. Pine of the subsequent generation outperforms pine of the previous generation; by age 20, the percentage difference is 44.1.

Keywords: windthrow area, Scots pine, age dynamics, post-windthrow period, growth rate by height

For citation: Yumakov A. D., Karpota K. A., Anchugova G. V. (2026) Vozrastnaya dinamika vy`soty` podrosta sosny` na vetroval`noj ploshhadi v post-vetroval`ny`j period [Age dynamics of pine undergrowth height in the windthrow area during the post-windthrow period]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 377–381. (In Russ).

Таежные леса Среднего Урала подвержены регулярным ветровальным явлениям, нередко приводящим к значительным разрушениям древостоев [1]. Массовые ветровалы приводят к нарушению всей лесной экосистемы. На площадях, пройденных ветровалом, создаются специфические экологические условия для возобновления и роста подроста древесных пород, которые определяют дальнейшие процессы развития постветровальных лесных сообществ [2]. Изучение лесовосстановления на ветровальных территориях, включая особенности возобновления и динамику таксационных показателей подроста различных древесно-кустарниковых видов, представляет значительный научный и практический интерес, поскольку на этих участках формируется уникальная экологическая среда [3].

Исследования проводились на постоянном объекте, заложенном после крупномасштабного ветровала (30.06.1993 г.) в рамках совместного российско-швейцарского научного проекта на территории Шайтанского лесничества Ново-Лялинского лесхоза (стационар «Шайтанка»). До ветровального явления на исследуемой площади произрастало спелое смешанное (3С2Лц4Б1Ос, ед. Е, П) насаждение типа леса сосняк зеленомошно-ягодниковый.

Целью работы являлся сравнительный анализ роста растений предварительного и последующего происхождения. На начальном этапе исследования были проанализированы разные функции для описания возрастной динамики высоты деревьев сосны с целью подбора лучшей из них, для чего для каждого уравнения высчитывался коэффициент детерминации R^2 (табл. 1).

Среди протестированных функций наилучшие результаты для обоих типов возобновления показала функция Корсуня: $R^2 = 0{,}967$ для предварительного и $R^2 = 0{,}961$ для последующего возобновления.

Таблица 1

Уравнения зависимости высоты (H) растений сосны предварительного и последующего происхождения от их возраста (A)

Название функции (автор, источник)	Вид происхождения	Параметры уравнения	Коэффициент детерминации
Прямолинейная	Последующее	$H = 22{,}778\ A$	0,855
	Предварительное	$H = 16{,}126\ A$	0,897
Степенная	Последующее	$H = 3{,}9019\ A^{1{,}17113}$	0,977
	Предварительное	$H = 3{,}318879\ A^{1{,}599295}$	0,967
Логарифмическая	Последующее	$H = 143{,}55 \ln(A) - 104{,}03$	0,672
	Предварительное	$H = 112{,}23 \ln(A) - 84{,}849$	0,724
Экспоненциальная	Последующее	$H = 9{,}8352\ e^{0{,}2802A}$	0,833
	Предварительное	$H = 9{,}4148\ e^{0{,}4059A}$	0,829
Корсуня	Последующее	$H = A^2/(0{,}444648 - 0{,}012575 + 0{,}001297A^2)$	0,961
	Предварительное	$y = A^2/(0{,}338483+0{,}042441x - 0{,}000404A^2)$	0,967
Митчерлиха	Последующее	$H = 599\ (1\text{-}e^{-0{,}15982\ A})^{4{,}139297}$	0,953
	Предварительное	$H = 433\ (1\text{-}e^{-0{,}135973\ A})^{3{,}571697}$	0,951
Леваковича	Последующее	$H = 182085{,}6\ /((1 + 1956050\ /\ A) \times 0{,}004087$	0,855
	Предварительное	$H=319624466/((1+4123574000/A) \times 0{,}004807)$	0,897
Бакмана	Последующее	$\ln H = 1{,}456799 + 1{,}5075 \ln A + 0{,}072235 \ln^2 A$	0,978
	Предварительное	$\ln H = 1{,}225925 + 1{,}548505 \ln A - 0{,}016465 \ln^2 A$	0,967
Моисеева	Последующее	$\log H = -30{,}7281 + 41{,}41231\ A - 162{,}009 \log A$	0,959
	Предварительное	$\log H = -15{,}6303 + 26{,}41635A - 104{,}747 \log A$	0,964

Представление о возрастной динамике высоты подроста можно получить на основе табулирования уравнений и анализа данных. Они представлены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что, начиная со второго года роста, сосна последующей генерации опережает сосну предварительной генерации. И с возрастом эта разница закономерно возрастает, к 20 годам процент расхождения между растениями предварительного и последующего возобновления равен 44,1. Также можно отметить, что с 13 лет расхождение начинает уменьшаться, как и прирост сосны последующего возобновления.

Таблица 2

Возрастная динамика подроста сосны
на ветровальной площади по высоте

Возраст, лет	Последующее возобновление		Предварительное возобновление		Процент расхождения по высоте, %
	Высота, см	Прирост по высоте, см	Высота, см	Прирост по высоте, см	
1	2,3	–	2,6	–	–12,2
2	9,4	7,1	9,5	6,9	–0,7
3	21,5	12,1	19,5	10,0	10,4
4	38,5	17,0	31,9	12,4	20,9
5	60,4	21,8	46,2	14,4	30,5
6	86,6	26,2	62,2	16,0	39,1
7	116,6	30,1	79,2	17,4	46,6
8	149,9	33,2	98,1	18,6	52,7
9	185,6	35,7	117,8	19,6	57,5
10	222,9	37,4	138,4	20,6	61,1
11	261,2	38,3	160,0	21,5	63,3
12	299,7	38,5	182,4	22,4	64,3
13	337,8	38,1	205,6	23,2	64,3
14	374,9	37,1	229,6	24,0	63,2
15	410,7	35,8	254,5	24,8	61,4
16	444,8	34,1	280,1	25,6	58,8
17	477,1	32,3	306,4	26,3	55,7
18	507,4	30,3	333,5	27,1	52,2
19	535,7	28,2	361,4	27,9	48,2
20	561,8	26,2	390,0	28,6	44,1

Превосходство в росте сосны последующего возобновления в первые годы жизни объясняется более благоприятными стартовыми условиями: растения появились уже на открытом пространстве после ветровала, в то время как предварительное возобновление начало рост под пологом материнского древостоя, испытывая угнетение из-за недостатка света и конкуренции за ресурсы. Помимо этого, после исчезновения материнского полога происходит резкое изменение микроклимата, которое может приводить к ожогу хвои, шейки корня и выжиманию корней растений сосны, что в результате замедляет рост растений предварительного возобновления на период адаптации к новым условиям.

Снижение процента расхождения после 13–14 лет, вероятно, связано с адаптацией растений предварительного возобновления к новым условиям после свала древостоя и возможным выходом на фазу более стабильного

роста. Также может сказываться то, что текущий прирост по высоте у сосны последующего возобновления начинает снижаться раньше и более интенсивно (с 37,4 см в 10 лет до 26,2 см в 20 лет), чем у предварительного (с 20,6 см до 28,6 см соответственно), у которого максимум прироста наблюдается позже.

Результаты исследования дают комплексное решение для моделирования изменения высоты древостоев и оптимизации лесного хозяйства. На основе проведенной работы можно сделать следующие выводы.

Для описания возрастной динамики высоты подроста сосны обыкновенной на начальных этапах онтогенеза (1–20 лет) на ветровальной площади наиболее адекватной является функция Корсуня, обеспечивающая высокую точность аппроксимации ($R^2 > 0,96$) как для предварительного, так и для последующего возобновления.

Установлены статистически значимые различия в росте по высоте между растениями разного происхождения. Сосна последующего возобновления характеризуется более высокой энергией роста в первые 10–15 лет, значительно опережая предварительное возобновление.

Полученные модели и данные позволяют количественно оценивать ход роста молодняков сосны, формирующихся после нарушений, и должны быть учтены при разработке региональных лесотаксационных нормативов для молодняков, прогнозировании темпов лесовосстановления и планировании лесохозяйственных мероприятий.

Список источников

1. Иванчиков С. В., Ходырева Ю. Н. Особенности роста подроста предварительной генерации пихты сибирской на ветровальных площадях Висимского заповедника // Стационарные биогеоценологические исследования на Урале. Екатеринбург : УрО РАН, 2009. С. 55–62.

2. Скворцова Е. Б., Уланова Н. Г., Басевич В. Ф. Экологическая роль ветровалов. М. : Лесн. пром-сть, 1983. 192 с.

3. Возрастная динамика высоты подроста осины на ветровальной площади в постветровальный период / З. Я. Нагимов, С. А. Мочалов, Г. В. Анчугова, Г. В. Сальникова // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 41–47.

Технологии, материалы и оборудование лесопромышленного комплекса

Научная статья
УДК 674-824

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ КЛЕЯ НА ПРОЧНОСТЬ ФАНЕРЫ

Александр Олегович Абрамовских[1], Егор Сергеевич Клейменов[2], Максим Владимирович Газеев[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] strong.abramovskikh@mail.ru
[2] kleyiioioss@gmail.com
[3] gazeevmv@m.usfeu.ru

Аннотация. Введение наполнителей в клей позволяет снизить его расход, увеличить объем, придать нужные технологические свойства и снизить себестоимость изготовления продукции. В статье рассматривается применение древесной муки из обрезков фанеры в качестве наполнителя клея при склеивании фанеры. Введение наполнителя в клей позволяет получить продукцию с высокими физико-механическими характеристиками, что подтверждают результаты исследования прочности фанеры при скалывании.

Ключевые слова: фанера, клей, наполнитель клея

Для цитирования: Абрамовских А. О., Клейменов Е. С., Газеев М. В. Исследование влияния наполнителя клея на прочность фанеры // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 383–387.

Original article

RESEARCHING THE INFLUENCE OF THE GLUE FILLER ON THE PLYWOOD STRENGTH

Alexander O. Abramovskikh[1], Egor S. Kleymenov[2], Maxim V. Gazeev[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] strong.abramovskikh@mail.ru
[2] kleyiioioss@gmail.com
[3] gazeevmv@m.usfeu.ru

Abstract. The introduction of fillers into the glue makes it possible to reduce its consumption, increase its volume, impart the necessary technological

© Абрамовских А. О., Клейменов Е. С., Газеев М. В., 2026

properties and reduce the cost of manufacturing products. The article discusses the use of wood flour from plywood scraps as an adhesive filler when gluing plywood. The introduction of filler into the glue makes it possible to obtain products with high physical and mechanical characteristics, which is confirmed by the results of a research of the plywood strength during chipping.

Keywords: plywood, glue, glue filler

For citation: Abramovskikh A. O., Kleymenov E. S., Gazeev M. V., (2026) Issledovanie vliyaniya napolnitelya kleya na prochnost` fanery` [Researching the influence of the glue filler on the plywood strength]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 383–387. (In Russ).

На фанерных предприятиях на технологических операциях образуются различные отходы. Например, кора при окорке, шпон-рванина и карандаши при лущении, а обрезки фанеры получаются на этапе раскроя фанеры по формату после склеивания. Правильное и эффективное использование отходов позволяет предприятию улучшить экологическую обстановку и при возможности получить дополнительную прибыль [1].

Цель работы – исследовать влияние наполнителя клея, получаемого при измельчении обрезков фанеры на прочностные свойства фанеры.

Обрезки фанеры измельчили в молотковой мельнице «ЗУБР-1С» с последующим доизмельчением на специальном дезинтеграторе тонкого помола «2000g Multi function disintegrator». Полученную древесную муку на основе отходов просеяли через набор сит для получения древесной муки разного фракционного состава [1, 2]. Для клея применяли карбамидоформальдегидную смолу КФ-МТ 10 (ТУ) с концентрацией 55–60 %. В качестве отвердителя клея применяли 20 %-ый водный раствор хлористого аммония. Для изготовления фанеры использовали березовый шпон 1,5 мм, без или с незначительными пороками, с влажностью ($W = 8 \pm 2$ %), стабильностью шпона по толщине с оптимальными параметрами клея (вязкость, концентрация, время отверждения), с высоким качеством склеиваемой поверхности шпона, сборка пакета – симметричная. Склеивание фанеры выполняли в гидравлическом прессе ПД 476 при режиме, приведенном в таблице. Прочность скалывания вдоль клеевого шва оценивали исследовали с помощью разрывной машины «МР-0,5» (рис. 1).

Фанеру, склеенную клеем с различной концентрацией наполнителя и фракционным составом, распилили на специальные образцы (рис. 1) по ГОСТ 9624–2009 для определения предела прочности при скалывании вдоль клеевого шва.

Режимы изготовления березовой фанеры марки ФК

Слойность фанеры	Толщина фанеры	Толщина пакета из листов шпона толщиной 1,5 м		температура прессования, °С	время прессования, мин	Время снижения давления, мин	
		без учета толщины клеевого слоя	с учетом толщины клеевого слоя			первый период, до 0,3–0,35 МПа	второй период, до 0 МПа
5	5–6	7,5	7,8	$\frac{115–120}{110–115}$	3–2	2,5	1,5

Полученные образцы испытали с помощью разрывной машины «МР-0,5» (рис. 2), в итоге результаты исследований представлены на рис. 3.



Рис. 1. Образец на скалывание



Рис. 2. Испытательная машина «МР-0,5»

Испытания образцов на скалывание показали, что при добавлении в клей мелкого фракционного состава 0,25 мкм в количестве 4 % наблюдается наибольший набор прочности фанеры, как и для фракции 0,6 мкм в количестве 2 %, что свидетельствует о высоких адгезионных свойствах клея, наполненного измельченными обрезками фанеры, фракцией 0,25 и 0,6 мкм.

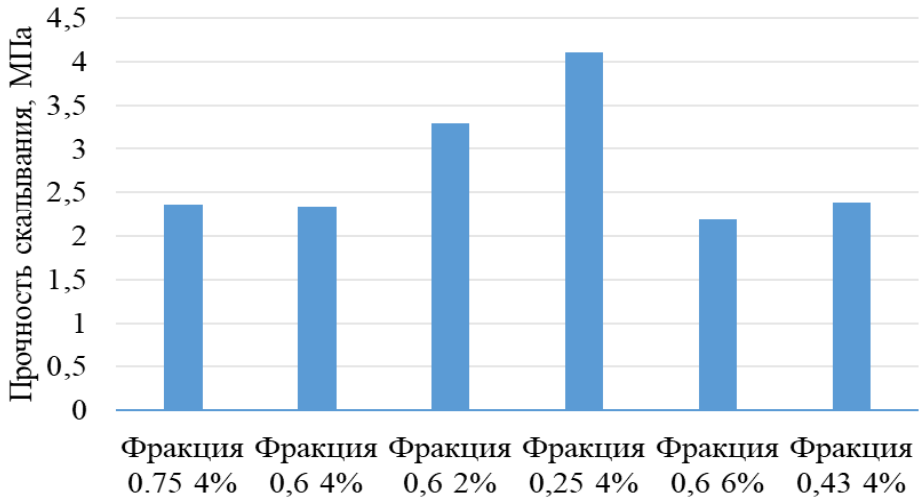


Рис. 3. Диаграмма, показывающая величину прочности на скалывание в зависимости от количества наполнителя (2 %, 4 %, 6 %) для разных его фракционных составов (0,25; 0,43; 0,6; 0,75)

Также были проведены исследования влияния наполнителя на прочностные показатели фанеры, склеенные клеем КФ-МТ, после выдержки образцов в воде в течение 24 ч. Исследования показали, что фракционный состав древесной муки 0,6 мкм в количестве 4 % при взаимодействии с водой разбухает, ухудшается адгезия, уменьшаются адгезионные свойства клея. Результаты представлены на рис. 4.

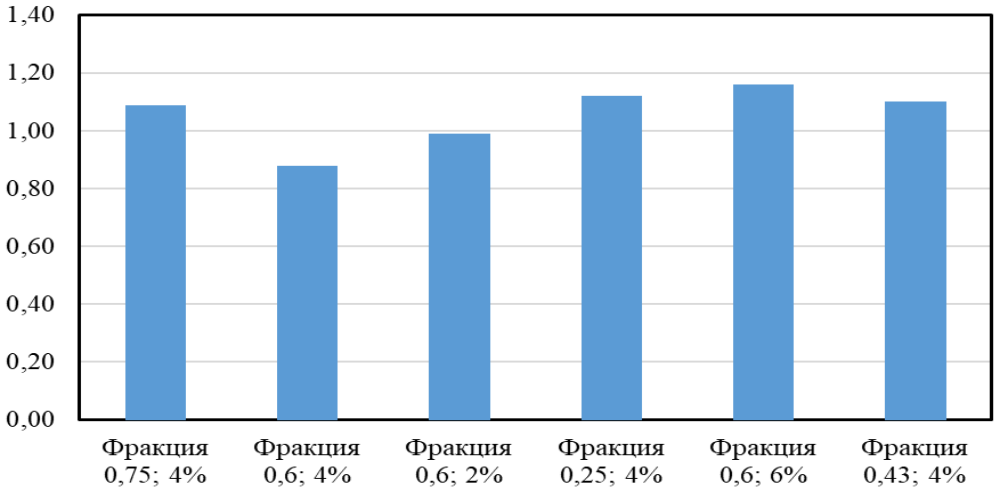


Рис. 4. Диаграмма, показывающая величину прочности на скалывание от количества наполнителя для разных фракционных составов

Применение измельченных обрезков в качестве наполнителя клея для фанеры, выдержанной в воде, допустимо при небольших количествах (0,6 мкм, 2 %) в клее и для мелкого фракционного состава (0,25 мкм, 4 %), наблюдается наибольший набор прочности образцов фанеры, что свидетельствует о хорошей адгезии наполненного клея с листами шпона.

Выдержка в воде оказывает резкое снижение прочностных показателей фанеры. Наибольшую прочность фанера набирает при 6 % наполнителя фракцией 0,6, а при количестве наполнителя фракцией 0,64 % адгезия клея с поверхностью шпона наименьшая. Происходит набухание частиц наполнителя, смолы клея и, как следствие, ухудшение адгезии. Следует учесть и тот факт, что при склеивании шпона использовался клей КФ-МТ, который имеет ограниченную водостойкость.

Таким образом, в результате проведенного исследования достаточно хорошо показала себя фанера при прочностных испытаниях на скалывание с наполнителем фракцией 0,25 мкм в количестве 4 %. Необходимы дальнейшие исследования влияния различных клеев с наполнителями разного фракционного состава на физико-механические свойства фанеры.

Список источников

1. Абрамовских А. О., Газеев М. В., Чернышев О. Н. Снижение стоимости производства фанеры на этапе склеивания // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XIX Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 18–20 сентября 2024 г. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 125–129.

2. Наполнители и их влияние на свойства клеевых систем / О. Н. Чернышев, Е. С. Синегубова, С. М. Иржигитова, А. А. Артюшина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XVII Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 80–84.

Научная статья
УДК 674-4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Егор Николаевич Азанов[1], Виктория Дмитриевна Лобанова[2], Елена Викторовна Курдышева[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] school45azanoveg@gmail.com
[2] lobanovavika545@gmail.com
[3] kurdyshevaev@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются различные технологии деревянного домостроения: строительство домой из массивной древесины, каркасная, каркасно-панельная и панельная. Изложены их конструктивные особенности в зависимости от видов стеновых материалов и основные отличия.

Ключевые слова: оцилиндрованное бревно, профилированный брус, клееный брус, двойной минибрус, OSB, SIP-панель, ОСП-плита, структурно-ориентированная плита CLT

Для цитирования: Азанов Е. Н., Лобанова В. Д., Курдышева Е. В. Сравнительный анализ технологий деревянного домостроения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 388–391.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF WOODEN HOUSE CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

Egor N. Azanov[1], Victoria D. Lobanova[2], Elena V. Kurdysheva[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] school45azanoveg@gmail.com
[2] lobanovavika545@gmail.com
[3] kurdyshevaev@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses various wooden house construction technologies: the construction of houses made of solid wood, frame, frame-panel and

© Азанов Е. Н., Лобанова В. Д., Курдышева Е. В., 2026

panel construction. Their design features are described depending on the types of wall materials and the main differences.

Keywords: rounded log, profiled beams, glued beams, double mini-beams, OSB, SIP panel, OSB plate, structurally oriented CLT plate

For citation: Azanov E. N., Lobanova V. D., Kurdysheva E. V. (2026) Sravnitel`ny`j analiz texnologij derevyannogo domostroeniya [Comparative analysis of wooden house construction technologies]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 388–391. (In Russ).

Древесина как строительный материал является экологически чистым, прочным и постоянно возобновляемым сырьем для деревянного домостроения. Одним из направлений использования древесного сырья на лесозаготовительных предприятиях является производство оцилиндрованных деталей, брусьев, пиломатериалов и других видов продукции строительного назначения.

Наиболее распространенными технологиями деревянного домостроения являются: строительство из массивной древесины, каркасная, каркасно-панельная и панельная, которые предполагают применение различных стеновых материалов.

Для строительства из массивной древесины применяются цельные или оцилиндрованные бревна и брусья различных конструкций (профилированный, клееный, двойной минибрус). Бревенчатые дома являются традиционным видом жилья в странах, где климатические условия требуют применения стенового материала с отличными теплозащитными свойствами и в наличии имеется высококачественный прямоствольный лес, пригодный для изготовления срубов, поэтому данный метод строительства наибольшее распространение получил в России, Скандинавских странах, Канаде, северных штатах США.

Оцилиндрованное бревно получается в результате обработки бревна на специальном оборудовании, после чего оно приобретает ровную и гладкую поверхность, одинаковый диаметр по всей длине, а также выполненные на нем технологические элементы – продольный укладочный паз, поперечные пазы-«чашки» и компенсационный вертикальный пропил для предотвращения растрескивания детали в других плоскостях.

При производстве оцилиндрованных деталей, используемых для изготовления срубов, чаще всего применяются хвойные породы благодаря прямому стволу и высокой смолистости, препятствующей гниению [1].

Более простым материалом для сборки сруба является брус, который изготавливается из цельных бревен или клееных пиломатериалов. Важной операцией является камерная сушка, позволяющая улучшить свойства

бруса: легкость, прямолинейность форм, минимальная усадка и теплоизоляция. Для производства бруса используют породы деревьев, которые наименее подвержены гниению и деформации (сосна, ель, лиственница или кедр).

Наряду с брусом квадратной или прямоугольной формы применяют:

– профилированный брус, который имеет пазы и гребни для плотного крепления брусьев между собой с минимальными зазорами, тем самым улучшая теплоизоляционные свойства конструкции. Такой брус, в сравнении с клееным, дешевле и экологичнее, но менее прочен;

– клееный брус – изготавливается из отдельных досок, которые просушиваются и склеиваются между собой. Такой брус обладает высокой прочностью благодаря разному направлению волокон пиломатериалов, и тем самым обеспечивается минимальная усадка дома;

– двойной минибрус (утепленный брус), у которого между двух профилированных досок (толщиной не более 80 мм) укладывается утеплитель. Такая технология улучшает теплоизоляционные свойства бруса (можно регулировать за счет варьирования толщины утеплителя) и обеспечивает его меньший вес в сравнении с другими видами.

Одной из популярных технологий деревянного домостроения является каркасная, при которой древесина используется для изготовления несущего стоечно-балочного каркаса. Между стойками укладывается утеплитель, заполняющий около 80 % всего объема и увеличивающий теплоизоляционные свойства конструкции. Для обшивки наружных стен применяются листы OSB или влагостойкая фанера, для внутренней отделки – OSB, ДВП, фанера, вагонка и другие материалы. Отличительной особенностью данной технологии является возможность замены утеплителя по окончании срока его эксплуатации.

Каркасно-панельная технология предусматривает изготовление основных конструкций дома (наружные и внутренние стены, перекрытия, кровля) из SIP-панелей. Такая панель состоит из двух внешних слоев ОСП-плит и внутреннего наполнителя пенополистирола или пенополиуретана, склеенных и спрессованных между собой. Основой является деревянный каркас, но с более редким размещением стоек. Такой метод обеспечивает высокие прочностные и теплоизоляционные свойства конструкциям дома, отсутствие усадки, упрощенную отделку и быстрые сроки сборки.

Панельное домостроение является рациональным за счет использования материалов с высокими механическими и теплофизическими характеристиками. Одним из таких материалов является структурно-ориентированная плита CLT. Панели изготавливают методом склеивания под давлением пиломатериалов, где направление волокон каждого последующего слоя ориентировано перпендикулярно предыдущему. Такой способ позволяет сочетать древесину различных пород и сортов для достижения оптимальных параметров. Основными свойствами данной технологии

являются: высокая теплоемкость, огнестойкость, шумоизоляция, точность размеров, высокая несущая способность, минимальная вероятность биологического поражения и отсутствие усадки. Для производства материалов необходимо дорогостоящее специализированное оборудование и это влияет на стоимость конструкции [2, 3].

Каждая из рассмотренных выше технологий деревянного домостроения имеет свои отличительные особенности, как по применяемым материалам, так и по свойствам конструкций. Выбор технологии строительства домов зависит от природно-производственных факторов: климатических условий, затрат на строительство, требований заказчика и пр.

Список источников

1. Мехренцев А. В., Меньшиков Б. Е., Курдышева Е. В. Технология и оборудование для производства полуфабрикатов деревянного домостроения и специальных видов пилопродукции. Изд. 3-е, перераб. и доп. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. 316 с.

2. Обзор технологий деревянного домостроения / И. С. Инжутов, К. А. Рудяк, Н. И. Лях [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2021. № 1. С. 47–61.

3. Бобровский Завод Малоэтажного Домостроения : [сайт]. URL: https://bzmd.ru/ (дата обращения: 01.11.2025).

Научная статья
УДК 674.028.9

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНЫХ КЛЕЕВ ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЧ

Анастасия Владимировна Алексеева[1], Елизавета Сергеевна Федосеева[2], Ирина Валерьевна Яцун[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] nastya261001@gmail.com
[2] fedoseeva.liza2017@gmail.com
[3] yatsuniv@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены методы модификации клеев на основе поливинилацетата с целью устранения их основных недостатков. В качестве решения этих проблем предлагается использовать метод СВЧ-обработки клея и клеевого соединения.

Ключевые слова: модификация поливинилацетатных клеев, методы модификации клеев, СВЧ-обработка клея, СВЧ-обработка клеевого соединения

Для цитирования: Алексеева А. В., Федосеева Е. С., Яцун И. В. Модификация поливинилацетатных клеев путем воздействия электромагнитного поля СВЧ // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youthto the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 392–395.

Original article

MODIFICATION OF POLYVINYL ACETATE ADHESIVES BY EXPOSURE TO MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD

Anastasia V. Alexeeva[1], Elizabeth S. Fedoseeva[2], Irina V. Yatsun[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] nastya261001@gmail.com
[2] fedoseeva.liza2017@gmail.com
[3] yatsuniv@m.usfeu.ru

Abstract. Modifications of polyvinyl acetate-based adhesives are considered to eliminate their main drawbacks. Microwave treatment of the adhesive and adhesive joint is proposed as a solution to these problems.

© Алексеева А. В., Федосеева Е. С., Яцун И. В., 2026

Keywords: modification of polyvinyl acetate adhesives, methods of adhesive modification, microwave treatment of adhesives, microwave treatment of adhesive joints

For citation: Alexeeva A. V., Fedoseeva E. S., Yatsun I. V. (2026) Modifikaciya polivinilacetatny`x kleev putem vozdejstviya e`lektromagnitnogo polya SVCh [Modification of polyvinyl acetate adhesives by exposure to microwave electromagnetic field]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 392–395. (In Russ).

Соединение деталей из массивной древесины является ключевой операцией в деревообрабатывающей промышленности. Эффективность данного процесса в значительной степени определяется корректным выбором адгезива. Наиболее распространенными являются клеи на основе поливинилацетата (ПВА), эпоксидные, полиуретановые и казеиновые. Критериями их выбора служат тип соединяемых пород древесины и условия последующей эксплуатации готового изделия (например, повышенная влажность).

Среди перечисленных классов адгезивов поливинилацетатные дисперсии занимают одну из лидирующих позиций благодаря комплексу потребительских и технологических свойств. Сфера их применения охватывает склеивание как цельной древесины (твердых и мягких пород), клееного бруса, так и композитных древесных материалов, таких как фанера, древесностружечные плиты (ДСтП) и др.

К основным физико-механическим характеристикам клеевого соединения на основе ПВА клеев относятся [1]:

– влаго- и термостойкость: способность сохранять целостность соединения в условиях переменной влажности и температуры;

– высокая адгезионная способность к древесине;

– эластичность: способность клеевого шва к незначительным деформациям без разрушения, что критически важно для компенсации напряжений, возникающих в древесине;

– экологическая безопасность: отсутствие токсичных растворителей в составе, что относит данный класс адгезивов к числу наиболее безопасных.

Несмотря на перечисленные преимущества, традиционные поливинилацетатные дисперсии имеют ряд технологических ограничений. К ним относятся длительное время полимеризации, что увеличивает производственный цикл. Время окончательного формирования шва, необходимое для достижения полной прочности, составляет около 24 ч, тогда как время первичной фиксации находится в диапазоне 1,5–2 ч. Также недостатком является недостаточная устойчивость к длительному воздействию воды. Все это обуславливает актуальную задачу по модификацию

ПВА-адгезивов с целью придания им специальных свойств и интенсификации процесса отверждения.

Одним из наиболее перспективных направлений в настоящее время является применение физико-химических методов модификации. В сравнении с другими методами, приведенными в таблице, особый интерес представляет использование СВЧ-обработки. Она основывается на использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты [2].

Сравнительный анализ СВЧ-обработки с другими методами модфикациии

Метод модификации	Преимущества	Недостатки
СВЧ-обработка	Безагрегатное воздействие, повышение прочности и водостойкости, а также времени отверждения	Требует специального оборудования, возможны риски перегрева
Химические добавки	Широкий спектр свойств	Могут ухудшать экологичность, требуют точного дозирования
Пластификация	Снижение хрупкости	Может уменьшать прочность

Использование энергии микроволн открывает два основных пути модификации клеевых соединений на основе ПВА [3]:

1. *Прямая активация и ускоренная полимеризация* – энергия СВЧ-поля может быть использована для направленного и объемного нагрева клеевого шва. В отличие от традиционного конвекционного нагрева, СВЧ-нагрев происходит по всему объему материала, что обеспечивает более быстрое и равномерное отверждение по всей толщине соединения. Это позволяет значительно сократить время достижения конечной прочности – в некоторых случаях с 24 ч до нескольких минут.

2. *Модификация структуры и свойств адгезива* – СВЧ-излучение может применяться для предварительной обработки как самого клеевого состава, так и поверхности древесины. Обработка СВЧ-полем способствует активации поверхности древесины, увеличению ее пористости и, как следствие, улучшению механического сцепления (механической адгезии) и глубины проникновения клея. Кроме того, СВЧ-нагрев в процессе синтеза или совмещения компонентов позволяет получать более однородные композитные системы с улучшенными прочностными характеристиками.

Поэтому применение СВЧ-обработки представляет собой современный и эффективный инструмент интенсифицирования технологического процесса и целенаправленного улучшения эксплуатационных характеристик конечного адгезионного соединения.

В дальнейших работах планируется провести ряд экспериментов для проверки и возможного подтверждения рассмотренных теоретических аспектов.

Список источников

1. Чем лучше склеить дерево с деревом – как выбрать, плюсы и минусы : [сайт]. URL: https://spb.tbmmarket.ru/help/useful-articles/item/4568/chem-prikleit-derevo-k-derevu/ (дата обращения: 25.11.2025).

2. Использование СВЧ-нагрева для склеивания древесины / Г. М. Шутов, Ф. В. Буйвидович, Е. Б. Шалькевич, Ю. А. Матлахов // Республиканский межведомственный сборник «Механическая технология древесины». 1976. С. 147–151.

3. Шевчук К. А. Модификация клеевых систем электромагнитным полем СВЧ : [сайт]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-kleevyh-sistem-elektromagnitnym-polem-svch/viewer/ (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 630*24

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВА РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

Тамила Мурсаловна Алиева[1], Андрей Вениаминович Мехренцев[2], Кирилл Константинович Суханов[3]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[3] Екатеринбургская городская Дума, Екатеринбург, Россия
[1] not-alone88@yandex.ru
[2] mehrentsevav@m.usfeu.ru
[3] kirill_sukhanov_1999@mail.ru

Аннотация. Проведение рубок ухода обеспечивает условия для нижних ярусов растительности и роста деревьев. Пример планирования рубок ухода в условиях Егоршинского лесничества с применением отечественного мини-трактора показал возможность реализации природоподобных технологий при беспасечном способе трелевки.

Ключевые слова: рубки ухода за лесом, природоподобные технологии, мини-трактор, углеродный след

Благодарности: работа выполнена в рамках подготовки заявки на грант РНФ.

Для цитирования: Алиева Т. М, Мехренцев А. В., Суханов К. К. Природоподобные технологии как основа рубок ухода за лесом // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 396–401.

Original article

NATURE-LIKE TECHNOLOGIES AS THE BASIS FOR FOREST TENDERING

Tamila M. Alieva[1], Andrei V. Mekhrentsev[2], Kirill K. Sukhanov[3]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Ekaterinburg City Duma, Ekaterinburg, Russia
[1] not-alone88@yandex.ru
[2] mehrentsevav@m.usfeu.ru
[3] kirill_sukhanov_1999@mail.ru

Abstract. Logging provides conditions for the lower tiers of vegetation and tree growth. An example of planning logging operations in the conditions of the

© Алиева Т. М., Мехренцев А. В., Суханов К. К., 2026

Egorshinsky forestry using a domestic mini-tractor showed the possibility of implementing nature-like technologies with a continuous skidding method.

Keywords: forest thinning, nature-like technologies, mini-tractor, carbon footprint

Acknowledgments: The work was carried out as part of the preparation of an application for a grant from the Russian Science Foundation.

For citation: Alieva T. M., Mekhrentsev A. V., Sukhanov K. K. (2026) Prirodopodobny`e texnologii kak osnova rubok uxoda za lesom [Nature-like technologies as the basis for forest tendering]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 396–401. (In Russ).

Запас древесных ресурсов в лесах Российской Федерации свыше 83 млрд м^3. В ближайшее десятилетие прогнозируется его увеличение до 5 % за счет увеличения общей площади лесов, климатических изменений, обогащения почвы азотом, а также огромного недоиспользования расчетной лесосеки. По экспертным оценкам средний годичный прирост может достигнуть уровня в 1107 млн м^3. При этом запас депонированного российскими лесами углерода составит более 50 млрд т. К 2030 г. уровень депонирования углерода должен составить не менее 2 %. Это соответствует производству чистой экосистемной продукции в лесах Российской Федерации в количестве 670 млн т в год. Из чего можно сделать вывод об увеличении скорости накопления органического вещества в лесной экосистеме не менее, чем на 7 % [1].

Устойчивое старение лесных экосистем за последние 40 лет на территории России привело к стабильно растущим потерям древесины в результате пожаров, ветровалов и очагов вредителей и болезней. Общая площадь повреждаемых ежегодно лесов достигает 7 млн га, что эквивалентно площади Курганской области на Урале. Без рубок ухода, а значит без реализации полученной в результате ухода древесины, этот негативный тренд не может быть преодолен.

Экологическое значение развития внутреннего рынка лесопродукции обосновывает необходимость усиления государственного управления и планирования мероприятий по выполнению всего комплекса лесоводственных мероприятий на территории лесного фонда, включая ту часть территории, которая находится за пределами участков, переданных в аренду для осуществления различных вариантов пользования лесом.

Цель данного исследования – снижение вероятности возникновения пожаров, послепожарного ущерба, усиление экологических и социальных функций лесов за счет внедрения природоподобных технологий. Указанная цель может быть достигнута путем разработки нормативно-правовых

документов, регламентирующих применение инновационных природоподобных технологий в лесном фонде Российской Федерации.

Накопление по мере старения лесных насаждений напочвенных горючих материалов приводит к резкому увеличению интенсивности возникновения лесных пожаров, трансформации их в устойчивые и даже в верховые. Это существенно усложняет тушение лесных пожаров и требует значительных сил и средств. Увеличиваются пройденная огнем площадь, отпад деревьев и выгорание нижних ярусов растительности. На длительный период участок перестает выполнять экологические функции [2].

В атмосферу при пожаре выбрасывается газовая смесь, усиливающая парниковый эффект. Снижается качество жизни людей, проживающих в округе. В лесных пожарах гибнут и теряют кормовую базу дикие животные. На последующее лесовосстановление требуются значительные финансовые и трудовые ресурсы [3]. Создание в каждом лесном субъекте производственных кластеров с участием одного или нескольких предприятий-утилизаторов низкотоварной древесины, а также древесных отходов, производящих электроэнергию, древесные композиты или другую востребованную высокотехнологичную продукцию позволило бы в полном объеме, с соблюдением лесоводственных требований, проводить природоподобные технологии. Государство, только за счет проведения таких рубок, могло бы увеличить продуктивности лесов в 1,5 раза и решить целый комплекс социальных проблем. В частности, проблему трудоустройства населения лесных поселков [4]. Внедрение природоподобных технологий, помимо снижения горимости лесов, создает оптимальные условия для ускорения роста оставленных на доращивание деревьев. Рубки ухода как элемент природоподобных технологий формируют качественные насаждения целевого состава, повышая их устойчивость и привлекательность для потенциальных инвесторов, в частности тех, которые ориентированы на глубокую переработку низкосортной и тонкомерной древесной массы.

Рассмотрим пример планирования рубок ухода в условиях Егоршинского лесничества Свердловской области. Ежегодный допустимый объем изъятия древесины в средневозрастных, приспевающих, спелых, перестойных лесных насаждениях при уходе за лесами приведен в таблице. Основными хвойными породами в границах лесничества являются: сосна, ель, пихта и лиственница. Мягколиственные породы включают березу, осину и липу. На территории лесничества не планируется выполнение рубок обновления, переформирования и реконструкции.

На рубках ухода перспективной трелевочной техникой являются малогабаритные и мини-трактора. Основные их достоинства: относительно небольшая масса, маневренность, экономичность, простота и безопасность обслуживания, а также практическое отсутствие повреждения лесной почвы. Для погрузки и трелевки сортиментов малогабаритный или мини-трактор может быть укомплектован манипулятором и прицепным устрой-

ством. Классифицируя мини-тракторы в зависимости от массы и мощности двигателя, их делят на машины легкого, среднего и тяжелого классов [5].

Характеристика лесфонда Егоршинского лесничества

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Виды ухода за лесом			Итого
			Рубки прореживания	Проходные рубки	Рубка един. деревьев	
Хвойные породы						
1	Выявленный фонд по лесоводств. требованиям	Га	16392,4	10291,8	233,2	29617,4
		$м^3$	949893	756309	5070	1711272
2	Ежегод. размер пользования:					
	площадь	Га	819,6	514,5	23,3	1357,4
	Выбираемый запас:					
	– корневой	Тыс. $м^3$	47,5	37,7	0,5	85,7
	– ликвидный	Тыс. $м^3$	33,5	29,8	0,5	63,8
	– деловой	Тыс. $м^3$	24,4	22,2	0,4	47,0
Мягколиственные породы						
1	Выявленный фонд по лесоводств. требованиям	Га	230,4	4589,7	110,3	4930,4
		Куб. $м^3$	11528	212066	2520	226114
2	Ежегод. размер пользования:					
	площадь	Га	23,0	306,0	11,0	340,0
	Выбираемый запас:					
	– корневой	Тыс. $м^3$	1,2	14,1	0,3	15,6
	– ликвидный	Тыс. $м^3$	0,8	11,2	0,2	12,2
	– деловой	Тыс. $м^3$	0,5	8,4	0,2	9,1
Итого по рубкам ухода						
1	Выявленный фонд по лесоводств. требованиям	Га	16622,8	14881,5	343,5	31847,8
		$м^3$	961421	968375	7590	1937386
2	Ежегод. размер пользования:					
	площадь	Га	842,6	820,5	34,3	1697,4
	Выбираемый запас:					
	– корневой	Тыс. $м^3$	48,7	51,8	0,8	101,3
	– ликвидный	Тыс. $м^3$	34,3	41,0	0,7	76,0
	– деловой	Тыс. $м^3$	24,9	30,6	0,6	56,1

Выполнение лесозаготовительных работ при рубках ухода в условиях Егоршинского лесничества предлагается с применением на трелевке леса опытного образца отечественного мини-трактора МТР-1. В комплект мини-трактора входит прицепное устройство. Для подтаскивания и погрузки сортиментов на прицепное устройство мини-трактор оснащен механической лебедкой. Осуществление этих операций происходит с помощью системы дистанционного управления лебедкой. Его производительность составляет 3,0–3,5 $м^3$/чел. смену. Благодаря большой опорной площади резинометаллических гусениц повреждения растительности и почвы минимальны. При проведении добровольно – выборочных и выборочных санитарных рубок малогабаритные трелевочные трактора, оборудованные лебедкой, могут быть использованы в качестве вспомогательного средства для подтрелевки к пасечному волоку хлыстов или сортиментов в комплексе с другой лесозаготовительной техникой.

В качестве примера природоподобных технологий предлагается рассмотреть беспасечные технологии трелевки леса с применением мини-трактора. При этой технологии трелевки транспортировка сортиментов происходит параллельными прямолинейными ходами между технологическими коридорами или дорогами. Складирование пакетов древесины происходит в зонах, доступных другим транспортным машинам. Порубочные остатки складываются на технологическом коридоре для последующего их измельчения и перемешивания с почвой с помощью самоходного мульчера. Выбор технологии трелевки зависит от конкретных условий. При этом не исключено применение нескольких технологий трелевки на одной и той же лесосеке. Например, трелевку и штабелевку заготовленной древесины, вырубленной рядом с местом погрузки, удобнее осуществлять без использования прицепного устройства.

Малогабаритный трактор может применяться в комплексе с другой заготовительной техникой. Например, он может осуществлять подготовительные работы: уборку валежника, сухостойных, опасных и тонкомерных деревьев. После этого заготовка крупномерной древесины производится более мощными трелевочными механизмами.

При проведении выборочных рубок по широкопасечной технологии малогабаритные трелевочные трактора, оборудованные лебедкой, могут быть использованы в качестве вспомогательного средства для подтрелевки к пасечному волоку хлыстов или сортиментов.

Таким образом, разработанная природоподобная технология на основе мини-трактора позволяет механизировать выполнение рубок ухода с максимальным сохранением природной среды.

Список источников

1. Прогноз развития лесного сектора российской Федерации до 2030 года ФАО [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3SLPGN (дата обращения: 18.11.2025).

2. Проблемы экономической безопасности: теория и практика : коллективная монография / под общ. ред. С. И. Колесникова. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023 Т. 4. 171 с.

3. Залесов С. В. Лесная пирология. Изд. 3-е, перераб. и доп. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехнический ун-т, 2013. 332 с.

4. Рубки ухода в эксплуатационных лесах Урала / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, Н. И. Теринов, Г. М. Куликов // Леса Урала и хозяйство в них. 1993. № 16. С. 91–96.

5. Справочник по технологическим и транспортным машинам лесопромышленных предприятий и техническому сервису / под общ. ред. В. В. Быкова, А. Ю. Тесовского. М. : МГУЛ, 2000. 531 с.

Научная статья
УДК 674

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Светлана Донатовна Архипова[1], Наталья Александровна Тарбеева[2]
[1, 2] Вятский государственный университет, Киров, Россия
[1] arkhipovasd@bk.ru
[2] nataly.ntar534@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрено влияние компонентов сырьевой смеси на свойства древесных композитных материалов. Проанализированы особенности древесного наполнителя, охарактеризованы основные типы связующих веществ, определена их роль в формировании эксплуатационных характеристик композитов.

Ключевые слова: древесный композитный материал, наполнитель, связующее вещество, модифицирующие добавки

Для цитирования: Архипова С. Д., Тарбеева Н. А. Влияние компонентов сырьевой смеси на свойства древесных композитных материалов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 402–405.

Original article

INFLUENCE OF RAW MATERIAL MIXTURE COMPONENTS ON THE PROPERTIES OF WOOD COMPOSITE MATERIALS

Svetlana D. Arkhipova[1], Natalia A. Tarbeeva[2]
[1, 2] Vyatka State University, Kirov, Russia
[1] arkhipovasd@bk.ru
[2] nataly.ntar534@yandex.ru

Abstract. This article examines the influence of raw material mixture components on the properties of wood composite materials. The characteristics of wood filler are analyzed, the main types of binders are characterized, and their role in determining the performance characteristics of the composites is determined.

Keywords: wood composite material, filler, binder, modifying additives

© Архипова С. Д., Тарбеева Н. А., 2026

For citation: Arkhipova S. D., Tarbeeva N. A. (2026) Vliyanie komponentov sy`r`evoj smesi na svojstva drevesny`x kompozitny`x materialov [Influence of raw material mixture components on the properties of wood composite materials]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 402–405. (In Russ).

В современном мире, несмотря на активное развитие и распространение искусственных материалов, древесина остается достаточно востребованным сырьем [1]. Ее применяют практически во всех сферах промышленности: от строительства до производства музыкальных инструментов. Главным преимуществом древесины является высокая прочность при относительно низкой плотности. Кроме того, древесина имеет хорошие теплоизоляционные свойства, обладает способностью эффективно поглощать удары и гасить вибрации, легко поддается механической обработке, хорошо склеивается и надежно фиксирует крепежные элементы [2].

Однако изделия, полученные из древесины в процессе механической обработки, обладают рядом существенных недостатков: анизотропией, наличием пороков, способностью к усушке и разбуханию, короблению, растрескиванию, что обусловлено ее строением и свойствами. Эти недостатки в значительной степени могут быть минимизированы за счет изготовления композитных материалов. Улучшенные эксплуатационные характеристики таких материалов позволяют расширить сферы их использования.

Конечные свойства древесных композитов определяются не только природой исходного сырья, но и взаимодействием трех ключевых компонентов сырьевой смеси: древесного наполнителя, связующего вещества и модифицирующих добавок. В этой связи целью исследования является установление влияния компонентов сырьевой смеси на свойства древесных композитных материалов.

В качестве наполнителя в древесных композитных материалах используют древесину как хвойных, так и лиственных пород, а также отходы деревообработки (рейки, обрезки, шпон-рванину, стружку и опилки) [3, 4]. Источником древесного сырья может также выступать неликвидная древесина, заготовленная, например, при санитарных рубках и рубках ухода. Перспективными альтернативами древесному сырью являются целлюлозосодержащие материалы растительного происхождения, например костра льна, солома рапса, рисовая шелуха, а также быстрорастущие растения (камыш, тростник, конопля) [5]. Их использование не только решает задачу расширения сырьевой базы, но и способствует ресурсосбережению и рациональному использованию древесины.

Исходные параметры растительного сырья, такие как влажность, плотность, степень измельчения, форма частиц, содержание целлюлозы, лигнина и экстрактивных веществ, определяют технологичность переработки и однородность смеси [4]. Например, мелкодисперсные частицы (древесная мука) лучше распределяются в полимерной матрице и усиливают межфазное сцепление, в то время как крупная стружка повышает жесткость композитных материалов, но снижает их ударную вязкость.

Высокое содержание гигроскопичных компонентов, в первую очередь целлюлозы, увеличивает склонность композита к набуханию, что ограничивает его применение во влажных условиях без дополнительного модифицирования. Термическая обработка позволяет снизить гигроскопичность древесины, повысить стабильность размеров древесных частиц и увеличить их адгезию к матрице. Однако за счет термической обработки сырья существенно снижаются механические свойства композитов.

Структура и основные эксплуатационные характеристики композитных материалов определяются не только наполнителем, но и связующим веществом. В зависимости от происхождения связующие вещества классифицируют на четыре группы [3]:

– минеральные связующие (цемент, гипс, известь);

– органические природные связующие (битум, деготь);

– синтетические полимерные связующие (термопласты и реактопласты);

– комплексные (гибридные) связующие, сочетающие в себе различные типы компонентов (например, полимерцементные системы).

Для изготовления древесных композитных материалов чаще всего используют синтетические полимеры, например, полиэтилен, полипропилен поливинилхлорид. Благодаря им обеспечивается повышенная жесткость, высокая влаго-, термо- и химическая стойкость, стабильность размеров и формы.

Древесина, в отличие от полимеров, не обладает способностью к пластификации в экструдере или литьевой машине и начинает гореть при высоком давлении и температуре. Чтобы преодолеть эти ограничения, в состав вводят модифицирующие добавки в виде смазок, компатибилизаторов и диспергаторов и антипиренов [6, 7].

Антипирены снижают горючесть, при этом они должны быть совместимы с матрицей, нетоксичны и не ухудшать механические свойства. В ряде случаев к ним предъявляются дополнительные требования: атмосферостойкость, диэлектрические характеристики, отсутствие пластифицирующего действия.

Стоит также отметить, что качество древесного композита зависит не только от исходных компонентов смеси, но и от технологии производства и технологических параметров, например, таких как температура, давление и время выдержки. Обобщенно к ним можно выделить следующие требования. Температура должна быть достаточной для расплавления полимера,

но не превышать порог термической деструкции древесины. При производстве древесных композитов температура формования варьируется в диапазоне 160–250 °С. Давление при формовании должно придать изделию необходимую форму, уплотнить уложенные слои материала, завершить пропитку армирующего наполнителя смолой, устранить пустоты. Для изделий простой формы давление составляет 3–5 МПа, а для сложной – до 15 МПа.

Таким образом, свойства древесных композитов формируются под совокупным воздействием трех факторов: характеристик наполнителя, типа связующего и состава модификаторов, технологии изготовления и режимов обработки. Оптимизация этих параметров позволяет целенаправленно создавать материалы с заданными механическими, теплотехническими, гидрофобными и эстетическими свойствами. Это делает древесные композиты перспективным направлением в контексте устойчивого развития промышленности и рационального использования древесных ресурсов.

Список источников

1. Кислый В. Конкурентоустойчивость древесины в домостроении // ЛесПромИнформ. 2016. № 2 (116). URL: https://lesprominform.ru/-jarticles.html?id=4337 (дата обращения: 17.11.2025).

2. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М. : ГОУ ВПО МГУ Л, 2007. 351 с.

3. Худяков В. А. Современные композиционные строительные материалы. М. : Феникс, 2007. 224 с.

4. Коротаев Э. И., Симонов В. И. Производство строительных материалов из древесных отходов. М. : Лесн. Пром-сть, 1972. 144 с.

5. Properties of flat-pressed wood plastic composites as a function of particle size and mixing ratio / M. N. Islam, S. B. Ratul [et al.] // Journal of wood science. 2018. Т. 64, № 3. С. 279–286.

6. Юрченко В. В. Анализ модифицирующих добавок, применяемых в термопластичных древесно-полимерных композитах // Сборник научных трудов. 2012. № 30. URL: https://clck.ru/3RwHFr (дата обращения: 18.10.2025).

7. Истомин А. В., Дружинина Т. В. Повышение огнезащитных свойств волокнистой композиции м-, п-арамид-окисленный полиакрилонитрил // Полимеры-2014 : VI Всероссийская Каргинская конференция. Т. II. Сборник тезисов стендовых докладов. В 2 ч. Ч. 2. М., 2014. С. 786.

Научная статья
УДК 621.791.03

О МОДЕРНИЗАЦИИ ПРИВОДА СВАРОЧНОГО ПОРТАЛА

Павел Андреевич Букин[1], Вадим Владимирович Васильев[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] p_bukin@mail.ru
[2] vasilyevvv @m.usfeu.ru

Аннотация. В статье обоснована необходимость и представлены технические решения по модернизации привода сварочного портала с целью увеличения его производительности.

Ключевые слова: сварочный портал, модернизация, привод

Для цитирования: Букин П. А., Васильев В. В. О модернизации привода сварочного портала // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia: материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 406–409.

Original article

ABOUT THE MODERNIZATION OF THE WELDING PORTAL DRIVE

Pavel A. Bukin[1], Vadim V. Vasilyev[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] p_bukin@mail.ru
[2] vasilyevvv @m.usfeu.ru

Abstract. The article substantiates the need and presents technical solutions for modernizing the welding portal drive in order to increase its productivity.

Keywords: welding portal, modernization, drive

For citation: Bukin P. A., Vasilyev V. V. (2026) O modernizacii privoda svarochnogo portala [About the modernization of the welding portal drive]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 406–409. (In Russ).

© Букин П. А., Васильев В. В., 2026

Из-за обеспечения высокой прочности и герметичности соединений, экономии металла и своей универсальности сварка получила широкое применение при выполнении машиностроительных и ремонтных работ, в т. ч. и на предприятиях лесного комплекса.

Современное сварочное производство сегодня не обходится без специализированного сварочного оборудования. Это сварочные колонны и порталы, робототизированные комплексы, орбитальные сварочные системы и др. [1].

Сварочные порталы являются одним из ключевых решений в автоматизации сварки. Это крупногабаритные установки, применяемые при производстве или ремонте металлоконструкций, например, мостовых кранов, трубопроводов и других изделий больших размеров.

Сварочный портал (рис. 1) состоит из двух тележек, двух вертикальных балок и горизонтальной балки, соединенных между собой на фланцевых соединениях, двух направляющих рельс, для передвижения портала, сварочного оборудования, установленного на металлоконструкцию портала. Он используется для сварки кран-балок коробчатого сечения мостовых и козовых кранов.



Рис. 1. Сварочный портал

Свариваемые балки устанавливаются на тумбы, расположенные между направляющими рельсами портала, две сварочные горелки устанавливаются в нужное положение, сварочный портал движется по направляющим рельсам, в это время происходит сварка.

Таким образом, сварочный портал осуществляет сварку швов сразу с двух сторон кран-балки.

На портале размещаются сварочные головки, манипуляторы и датчики, что позволяет производить сварку по заданной траектории с высокой точностью.

Перемещение портала по направляющим рельсам осуществляется при помощи зубчато-реечной передачи. Одна направляющая рельса оснащена зубчатой рейкой, а зубчатое колесо установлено на планетарный мотор-редуктор.

Достоинство такого привода заключается в достаточно большой передаче крутящего момента при низких энергозатратах.

Однако при эксплуатации привода выявился существенный недостаток – отсутствие запасных частей, изготовление которых требует большой точности оборудования.

Второй причиной для модернизации портала является ограничение по грузоподъемности изготавливаемых подъемных кранов.

Так, модернизируемый сварочный портал может сваривать кран-балки с шириной полки до 800 мм и высотой боковой стенки до 2000 мм, что не позволяет изготавливать такие краны, как КМ 120/32, КМЛ 100/32.

Таким образом, модернизация сварочного портала включает: увеличение габаритных размеров портала и, как следствие, замену привода передвижения с зубчато-реечного на колесный.

В рамках модернизации сварочного портала разработан колесный узел и привод передвижения, схемы которых представлены на рис. 2 и 3.

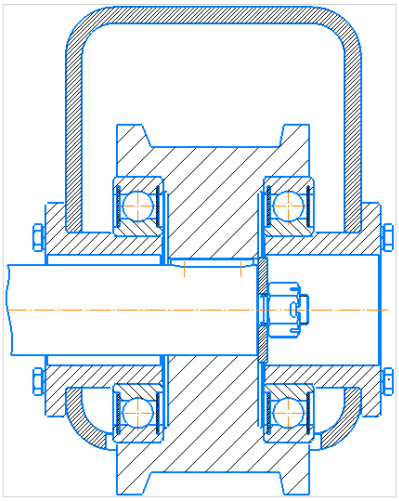


Рис. 2. Схема колесного узла

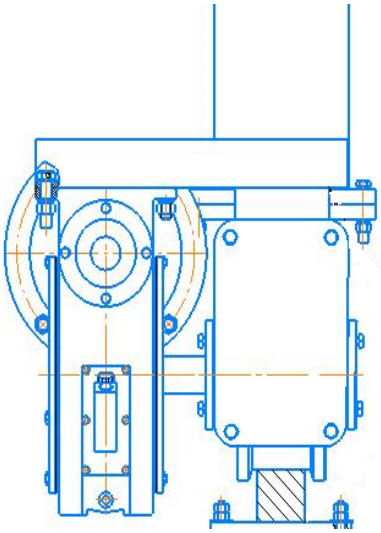


Рис. 3. Схема привода передвижения

Привод в модернизированном сварочном портале включает червячный редуктор и осуществляется на два колеса.

Для оценки напряженного состояния ведомого вала выполнено его 3D-моделирование и проведен инженерный анализ (рис. 4–6).

Работоспособность модернизированного сварочного портала подтверждена кинематическими, силовыми и прочностными расчетами [2–4].

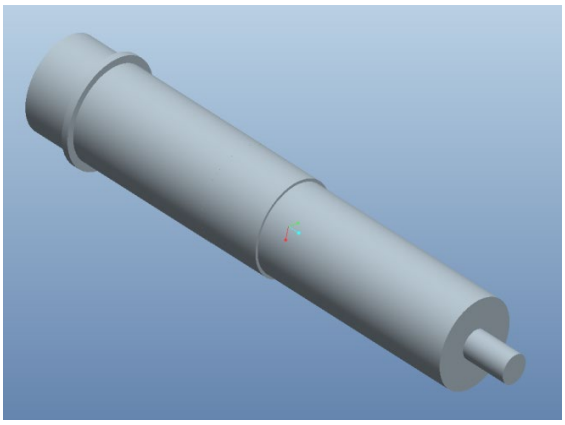


Рис. 4. 3D-модель вала

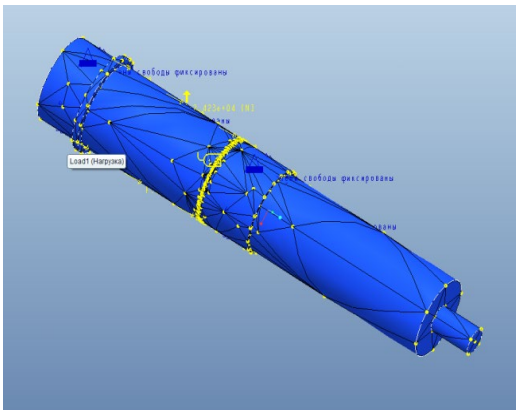


Рис. 5. Наложение расчетной сетки

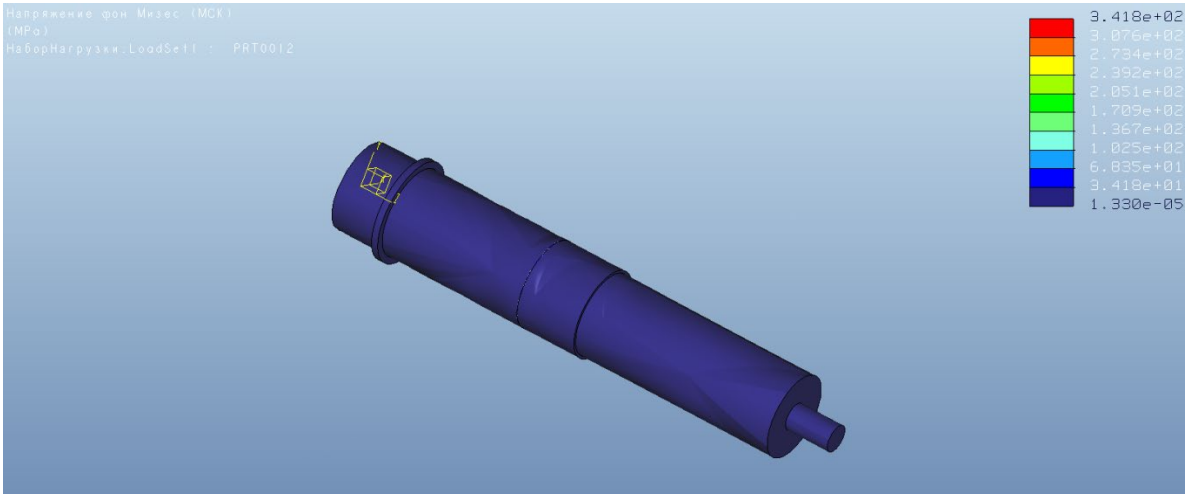


Рис. 6. Оценка напряженного состояния вала

Предварительные экономические расчеты показали, что выручка предприятия за год использования модернизированного сварочного портала составит порядка 165 млн рублей.

Список источников

1. Васильев В. И., Ильященко Д. П., Павлов Н. В. Введение в основы сварки. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 317 с.

2. Иванов М. Н., Афиногенов В. А. Детали машин. Изд. 12-е испр. М. : Высш. шк., 2008. 408 с.

3. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин. Изд. 11-е стер. М. : Издательский центр «Академия», 2008. 496 с.

4. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. М. : Машиностроение, 1980.

Научная статья
УДК 676.056.312

О ПРИЧИНАХ ИЗНОСА ПОКРЫТИЙ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Алексей Викторович Быковец[1], Нелли Валерьевна Куцубина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] aleksey.bykovets@pcbk.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье обосновывается назначение покрытий валов бумагоделательных машин, показывается, что износ покрытий валов приводит к преждевременному выходу из строя одежды машины. На основе анализа пятилетнего опыта эксплуатации валов сеточной части бумагоделательной машины выявляются причины износа их покрытий.

Ключевые слова: бумагоделательная машина, валы, одежда, износ покрытий валов

Для цитирования: Быковец А. В., Куцубина Н. В. О причинах износа покрытий валов бумагоделательных машин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 410–413.

Original article

ABOUT THE CAUSES OF ROLL COATING WEAR OF PAPER MACHINES

Alexey V. Bykovets[1], Nelli V. Kutsubina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] aleksey.bykovets@pcbk.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Abstract. This article explains the purpose of roll coatings of paper machines and demonstrates that roll coating wear leads to premature failure of the machine clothing. Based on a five-year analysis of paper machine wire part roll operation, the causes of roll coating wear are identified.

Keywords: paper machine, rollers, clothing, roll coating wear

© Быковец А. В., Куцубина Н. В., 2026

For citation: Bykovets A. V., Kutsubina N. V. (2025) O prichinax iznosa pokry`tij valov bumagodelatel`ny`x mashin [About the causes of roll coating wear of paper machines]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 410–413. (In Russ).

Валы бумагоделательной машины (далее БДМ) играют ключевую роль в формировании, прессовании и транспортировке бумажного полотна, поэтому их состояние и работоспособность напрямую влияют на качество готовой продукции [1].

Одним из важных элементов вала является его покрытие – облицовка вала различными полимерными материалами. Оно обеспечивает защиту металлической части рубашки вала от абразивного износа и воздействия минеральных масел и растворителей, улучшает съем бумажного полотна с поверхности вала. Подбором твердости покрытий прессовых валов можно регулировать давление в прессовом захвате для повышения работоспособности БДМ [2].

Износ покрытий валов приводит к преждевременному выходу из строя одежды БДМ (рис. 1): формующих и сушильных сеток, прессовых сукон.

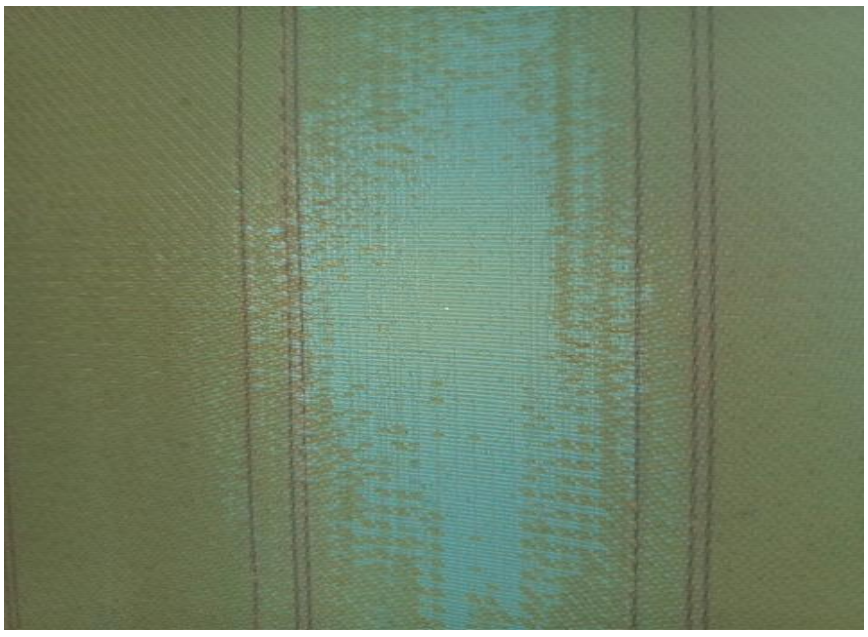


Рис. 1. Износ формующей сетки БДМ

Выход из строя одежды БДМ из-за износа покрытия валов сеточной части связан с комплексом факторов, включающих механические, температурные, химические воздействия и конструктивные особенности.

Так, анализ пятилетнего опыта эксплуатации сеточной части БДМ позволил выявить следующие причины износа покрытий валов (рис. 2):

– высокие локальные нагрузки приводят к деформации покрытий, особенно при работе с агрессивными средами (например, макулатурной массы, обработанной различными химикатами). Это вызывает микротрещины и отслоение материала от металлической основы;

– неравномерное орошение шаберных систем валов сеточной части увеличивают локальный нагрев в не смачиваемых зонах, в последующем на покрытии вала образуются задиры;

– неправильно подобранный материал шаберных лезвий приводит к ускоренному износу покрытия вала;

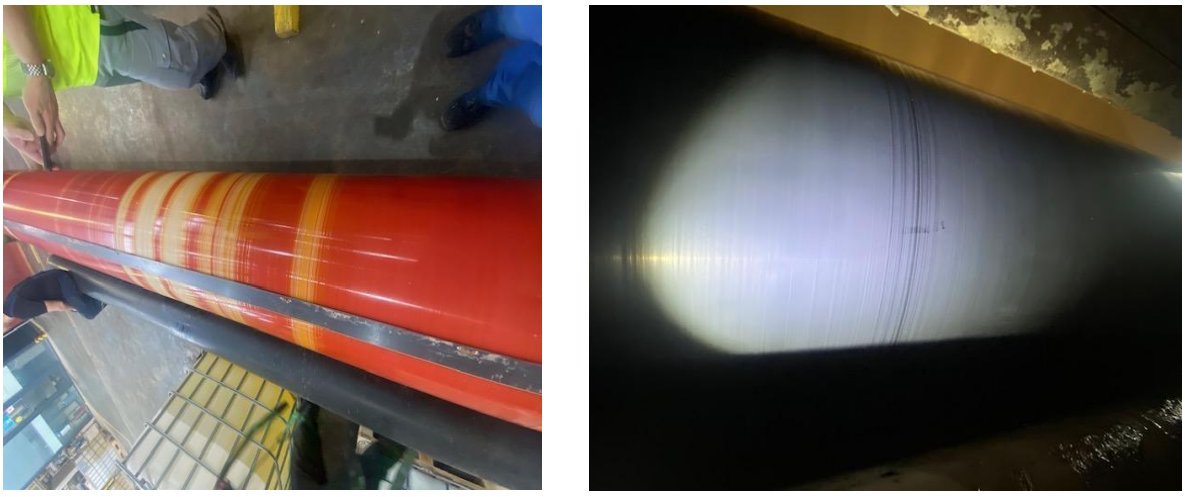
– неравномерное натяжение сетки и несоосность валов увеличивают трение, что ускоряет износ покрытий. Например, износ кромок сетки из-за трения о валы сокращает срок службы одежды;

– коррозия металлических рубашек валов в агрессивных средах (например, при использовании щелочей для промывки) приводит к отслоению покрытий. Резиновые покрытия с низкой маслобензостойкостью быстрее разрушаются;

– усталость материала при циклических нагрузках (особенно при высоких скоростях БДМ) приводит к когезионным и адгезионным разрушениям покрытий;

– отсутствие защитных подслоев (например, эбонитового слоя) на концах валов увеличивает вероятность отслоения покрытий из-за концентрации напряжений;

– неправильный выбор твердости покрытия (например, слишком мягкие материалы для сеточных валов) приводит к деформации покрытия и снижению работоспособности одежды машин.



а *б*

Рис. 2. Примеры износа сеткоповоротного вала:
а – с полиуретановым покрытием; *б* – с резиновым покрытием

Уменьшение срока эксплуатации формующей сетки из-за износа покрытий валов сеточной части может достигать 40 % и выше.

В заключение приведем практические рекомендации по снижению износа покрытий валов сеточной части БДМ:

1) использование комбинированных покрытий (например, полиуретан с керамическим армированием) для повышения износостойкости и коррозионной стойкости;

2) регулярный мониторинг вибрации и спектральный анализ для ранней диагностики отслоений;

3) оптимизация режимов работы: снижение линейных давлений, контроль температуры и pH среды;

4) своевременная замена сеток при снижении воздухопроницаемости на 20–30 % от нормы.

Предотвращение износа покрытий валов позволит увеличить срок службы одежды БДМ, оптимизировать процесс эксплуатации и, тем самым, повысить производительность труда и прибыльность предприятия.

Список источников

1. Машины для производства бумаги и картона / под ред. В. С. Курова, Н. Н. Кокушина. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 646 с.

2. Теория и конструкция бумагоделательных машин / Г. З. Шульман, А. В. Тверитина. СПб. : Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. 95 с.

Научная статья
УДК 62-784.431:331.45

О СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Илья Александрович Валенцев[1], Георгий Владиславович Чумарный[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] iavalencev@gmail.com
[2] g09t@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается проблема загрязнения воздушной среды на деревообрабатывающих предприятиях. Проведен обзор технологий очистки воздуха. Обоснована необходимость комбинированных систем очистки. Приведены ключевые этапы проектирования очистных комплексов.

Ключевые слова: деревообрабатывающее производство, очистка воздуха, древесная пыль, летучие органические соединения, фильтрация

Для цитирования: Валенцев И. А., Чумарный Г. В. О современных технологиях очистки воздуха на предприятиях деревообработки // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 414–417.

Original article

ABOUT MODERN AIR PURIFICATION TECHNOLOGIES AT WOODWORKING ENTERPRISES

Ilya A. Valentsev[1], Georgy V. Chumarny[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] iavalencev@gmail.com
[2] g09t@yandex.ru

Abstract. This article examines the problem of air pollution at woodworking enterprises. A review of air purification technologies is provided. The need for combined purification systems is substantiated. Key stages in the design of purification systems are presented.

Keywords: woodworking industry, air purification, wood dust, volatile organic compounds, filtration

For citation: Valenctsev I. A., Chumarny G. V. (2026) O sovremenny`x texnologiyax ochistki vozduxa na predpriyatiyax derevoobrabotki [About modern air purification technologies at woodworking enterprises]. Nauchnoe

© Валенцев И. А., Чумарный Г. В., 2026

tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 414–417. (In Russ).

Деревообрабатывающая промышленность является значимым сектором экономики, однако ее производственные процессы сопряжены с образованием большого количества вредных выбросов в воздушную среду.

Древесная пыль и летучие органические соединения создают прямую угрозу здоровью работников, повышают риск возникновения профессиональных заболеваний, пожаров и взрывов, а также оказывают негативное воздействие на экологию прилегающих территорий. Ужесточение нормативных требований в области охраны труда и окружающей среды, а также экономическая целесообразность диктуют необходимость внедрения эффективных систем очистки воздуха. В связи с этим комплексный анализ современных технологий и методология проектирования очистных систем для деревообрабатывающих предприятий являются актуальной научной и практической задачей [1].

Основными источниками загрязнения воздуха в деревообработке являются технологические процессы: распиловка, строгание, фрезерование, шлифование, лущение шпона, измельчение в щепу и опилки. В результате этих операций в воздушную среду поступают:

– *древесная пыль* – основной загрязнитель. В зависимости от размера частиц подразделяется на взвешенные вещества и более крупную фракцию. Особую опасность представляет тонкодисперсная пыль, способная проникать глубоко в дыхательную систему. Характерные риски: хронические заболевания дыхательных путей, аллергии, канцерогенность (для отдельных древесных пород), взрыво- и пожароопасность (при концентрациях > 20–50 г/м^3) [2];

– *летучие органические соединения* (ЛОС) выделяются из самой древесины, а также из используемых в производстве материалов: клеев, лаков, красок, смол, формальдегидов, фенолов и т. п. Воздействие на работников: раздражение слизистых, аллергенные и канцерогенные эффекты;

– *прочие загрязнители*: при сушке и термообработке древесины могут образовываться продукты пиролиза, а при работе котельных на древесных отходах оксиды углерода, азота и серы.

Кроме того, попадание древесной пыли в атмосферу приводит к загрязнению прилегающих территорий, а ее накопление в помещениях повышает вероятность пожара и взрыва.

Деятельность предприятий в данной сфере регламентируется рядом нормативных документов:

– Санитарные нормы и правила (СанПиН), Гигиенические нормативы (ГН) устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

– Трудовой кодекс устанавливает базовые требования по обеспечению безопасных условий труда;

– Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» регулирует выбросы вредных веществ в атмосферу, устанавливая нормативы ПДВ;

– Международные стандарты: предъявляют требования к системам экологического менеджмента и охраны труда.

На основе обзора современных технологий очистки воздуха можно отметить следующие технологии очистки воздуха рабочей зоны:

1. Применение систем фильтрации и пылеулавливания, использующих:

- циклоны. Применяются для грубой очистки и улавливания крупной стружки и опилок. Обладают низкой эффективностью против мелкодисперсной пыли;
- рукавные фильтры. Являются «золотым стандартом» для тонкой очистки. Эффективность улавливания древесной пыли достигает 99,99 %. Современные синтетические и мембранные материалы обеспечивают длительный срок службы и регенерацию;
- картридж-фильтры с HEPA-элементами. Используются для улавливания тончайшей пыли PM2.5 в зонах шлифования и полировки.

2. Ионно-электронная технология:

- электростатические фильтры precipitators (ЭСП). Эффективны для улавливания смолистых аэрозолей и масляного тумана. Частицы загрязнений заряжаются в коронном разряде и осаждаются на электродах;
- биполярная ионизация. Генерирует активные ионы, которые окисляют молекулы ЛОС и нейтрализуют запахи. Применяется для доочистки воздуха в административно-бытовых помещениях и цехах.

3. Другие инновационные методы

- фотокаталитическое окисление (ФКО). Под действием УФ-излучения на поверхности катализатора (TiO_2) образуются сильные окислители, разлагающие ЛОС до безвредных CO_2 и H_2O. Эффективно применять в окрасочных и сушильных камерах;
- биологическая очистка (биофильтры). Загрязненный воздух пропускается через слой, заселенный микроорганизмами, которые разлагают ЛОС. Экологически безопасный метод для очистки от органических соединений слабой концентрации.

Для разработки комплексной системы очистки воздуха деревообрабатывающего предприятия можно выделить три основных этапа:

1. Выбор технологий с учетом специфики производства. На этом этапе проводится анализ источников выбросов, идентификация и количественная оценка загрязнителей и формируется технологическая схема. Например: «Циклоны (крупная фракция) – рукавные фильтры (мелкодисперсная пыль) – угольные адсорберы ФКО (ЛОС)».

2. Проектирование системы с учетом нормативных требований. Здесь рассчитывается производительность системы, аэродинамическое сопротивление, подбирается оборудование, обеспечивающее соблюдение ПДК в рабочей зоне и ПДВ в атмосфере.

3. Расчет экономической эффективности. Как правило, определяются капитальные и операционные затраты, прогнозируемый экономический эффект от внедрения (снижение штрафов, доход от утилизации отходов, снижение потерь от профзаболеваний) и срок окупаемости проекта.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1) ни одна технология в одиночку не может обеспечить полного решения задачи очистки воздуха. Оптимальная система очистки – комбинированная. Эффективные схемы обычно включают несколько ступеней: первичную очистку (циклоны) для удаления крупной фракции; тонкую фильтрацию (рукавные/ картридж-фильтры) для мелкодисперсной пыли; специализированные модули (ФКО, ЭСП, биофильтры) для ЛОС и специфических загрязнителей;

2) при выборе технологии очистки необходимо проведение детального анализа, т. е. следует учитывать: фракционный состав и концентрацию загрязнителей; производительность системы очистки по воздуху; особенности производственного процесса (влажность, температура, наличие липких частиц); действующие нормативные требования (ПДК, ПДВ); экономические показатели (капитальные затраты, эксплуатационные расходы, срок окупаемости).

3) эффективная очистка воздуха это не только оборудование, но и регулярный аудит выбросов; обучение персонала правилам эксплуатации; система планового технического обслуживания; интеграция с общей стратегией устойчивого развития предприятия.

Список источников

1. Тарицына Л. С., Чумарный Г. В. О средствах обеспечения безопасных условий труда на деревообрабатывающих предприятиях // Материалы X Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы конкурса по программе «Умник» – УГЛТУ, 2015. С. 182–183.

2. Древесная пыль: источники, описание, фильтры, взрывоопасность и меры безопасности // Интернет-портал завода «Факел» : [сайт]. URL: https://fakel-f.ru/blog/drevesnaia-pyl (дата обращения: 27.11.2024).

Научная статья
УДК 674.051

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ ШИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ СПОСОБОМ ТОРЦОВОГО ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Елизавета Сергеевна Васильева[1], Ольга Анатольевна Рублева[2], Ярослав Дмитриевич Ведерников[3]
[1–3] Вятский государственный университет, Киров, Россия
[1] es_vasilieva@vyatsu.ru
[2] rubleva@vyatsu.ru
[3] vedernikov@vyatsu.ru

Аннотация. Проанализированы методы контроля качества элементов шиповых соединений. Рассмотрены механические, оптические и автоматизированные методы. Определено, что оптические и автоматизированные методы предпочтительны в условиях современного производства, поскольку способствуют повышению точности и снижению производственного брака.

Ключевые слова: элементы шиповых соединений, торцовое прессование, методы контроля качества, оптический контроль, автоматизированный контроль

***Для цитирования*:** Васильева Е. С., Рублева О. А., Ведерников Я. Д. Методы контроля качества элементов шиповых соединений, полученных способом торцового прессования древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 418–421.

Original article

QUALITY CONTROL METHODS FOR TENON JOINTS ELEMENTS PRODUCED BY WOOD END PRESSING

Elizabeth S. Vasilyeva[1], Olga A. Rubleva[2], Yaroslav D. Vedernikov[3]
[1–3] Vyatka State University, Kirov, Russia
[1] es_vasilieva@vyatsu.ru
[2] rubleva@vyatsu.ru
[3] vedernikov@ vyatsu.ru

Abstract. Quality control methods of tenon joints elements have been analyzed. Mechanical, optical and automated methods have been considered. It is

© Васильева Е. С., Рублева О. А., Ведерников Я. Д., 2026

determined that optical and automated methods are preferable in modern manufacturing conditions, as they improve accuracy and reduce manufacturing defects.

Keywords: tenon joint elements, end pressing, quality control methods, optical control, automated control

For citation: Vasilyeva E. S., Rubleva O. A., Vedernikov Ya. D. (2026) Metody` kontrolya kachestva e`lementov shipovy`x soedinenij, poluchenny`x sposobom torczovogo pressovaniya drevesiny` [Quality control methods for tenon joints elements produced by wood end pressing]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 418–421. (In Russ).

В условиях интенсивного развития технологий традиционные методы контроля точности шиповых соединений, полученных торцовым прессованием, требуют актуализации, следуя возросшим требованиям к качеству и производительности. Проведение контроля необходимо, поскольку новые технологии невозможны без проверки соответствия готовой продукции стандартам с помощью унифицированных методов контроля.

Переход от ручного измерительного инструмента к автоматизированным системам контроля, от выборочных проверок к сплошному мониторингу ключевых параметров, от контактных методов к оптическим и цифровым технологиям становятся одной из целевых задач предприятий. Особую актуальность эти подходы приобретают при контроле соединений на основе шиповых элементов, полученных прессованием, где традиционные методы часто не позволяют выявить скрытые дефекты и внутренние напряжения. В работе [1] рассмотрены стандартные методы контроля качества и их связь с прочностью соединения.

Торцовое прессование предполагает внедрение пуансона вдоль волокон в заготовку под давлением. В процессе прессования элементов шиповых соединений могут возникать неконтролируемые факторы:

- смятие древесины или микротрещины;
- отклонения в геометрии соединения по причине неравномерной плотности материала;
- изменение посадки вследствие термовлажностных деформаций древесины после прессования.

Эксплуатационным риском при недостаточном контроле, например, является снижение несущей способности, когда неточное прилегание шипа и паза уменьшает площадь контакта, что может негативно отразиться на прочностных и эксплуатационных характеристиках. Кроме того, соединение может разрушиться под нагрузкой, или из-за внутренних напряжений после прессования, когда древесина со временем пытается вернуть изначальную геометрию [2].

При отсутствии контроля могут остаться необнаруженными скрытые дефекты, которые снижают прочность соединения при эксплуатации (табл. 1).

Таблица 1

Параметры соединения, требующие контроля

Параметр	Последствия при нарушении
Точность размеров шипа/паза	Зазоры или чрезмерное напряжение
Соосность элементов	Перекосы, неравномерное распределение нагрузки
Шероховатость поверхностей	Снижение прочности клеевого слоя
Влажность древесины	Усадка/набухание после сборки

В процессе анализа были рассмотрены следующие современные методы контроля (табл. 2).

Таблица 2

Современные методы контроля соединений,
полученных торцовым прессованием

Тип контроля	Цель контроля	Инструменты
Механический	Измерение точных линейных и угловых размеров, оценка поверхностных характеристик	Микрометры, нутрометры, индикаторы часового типа, профилографы
Оптический	Контроль сложных геометрических форм и параметров, невозможных для контроля человеком	Лазерные сканеры, цифровая фотограмметрия, системы машинного зрения (Keyence, Cognex, Halcon, OpenCV)
Неразрушающий	Определить внутренние нарушения в заготовке	Ультразвуковая дефектоскопия, тепловидение для контроля склеивания, рентгенография (для плотных пород древесины)
Автоматизированный	Выявление нарушений непосредственно во время выполнения операции	Системы ЧПУ с обратной связью, датчики на станках, статистический анализ данных (SPC-методы) для прогнозирования дефектов, внедрение ИИ для прогнозирования дефектов, использование цифровых двойников для виртуального тестирования

В результате анализа определено, что среди предложенных в табл. 2 методов наиболее инновационными и перспективными являются оптические и автоматизированные типы контроля, поскольку они требуют меньшего участия человека-исполнителя, что снижает вероятность ошибки

из-за человеческого фактора, и ведут к большей стабильности процесса торцового прессования элементов шиповых соединений. Комбинация нескольких типов контроля может обеспечить снижение производственного брака и предупредить его появление в долгосрочной перспективе за счет ведения контроля в процессе обработки и прогнозирования отклонений.

Список источников

1. Рублева О. А., Гороховский А. Г. Оценка прочности клеевых соединений по длине на прямоугольные шипы // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : материалы XII Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 21–22 мая 2019 г. Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2019. С. 59–61.

2. Рублева О. А. Формирование элементов шиповых соединений безотходным способом торцового прессования заготовок из древесины : дисс. … канд. техн. наук / Рублева Ольга Анатольевна. Екатеринбург, 2010. 215 с.

Научная статья
УДК 674.052

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШИПОВ

Ярослав Дмитриевич Ведерников[1], Елизавета Сергеевна Васильева[2], Ольга Анатольевна Рублева[3]
[1–3] Вятский государственный университет, Киров, Россия
[1] vedernikov@vyatsu.ru
[2] es_vasilieva@vyatsu.ru
[3] rubleva@vyatsu.ru

Аннотация. Разработана штамповая оснастка для прессования прямоугольных шипов на торцах деревянных заготовок. Создан комплект конструкторской документации для изготовления устройства. Конструкция позволяет формировать шипы требуемого качества с использованием стандартного прессового оборудования.

Ключевые слова: прессование древесины, штамповая оснастка, конструкторская документация

Для цитирования: Ведерников Я. Д., Васильева Е. С., Рублева О. А. Устройство для прессования прямоугольных шипов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 422–426.

Original article

DEVICE FOR PRESSING RECTANGULAR TENONS

Yaroslav D. Vedernikov[1], Elizabeth S. Vasilyeva[2], Olga A. Rubleva[3]
[1–3] Vyatka State University, Kirov, Russia
[1] vedernikov@vyatsu.ru
[2] es_vasilieva@vyatsu.ru
[3] rubleva@vyatsu.ru

Abstract. A stamping tool for pressing rectangular tenons on the ends of wooden workpieces has been developed. A set of design documentation for the device manufacturing has been created. The design enables the formation of tenons of required quality using standard pressing equipment.

© Ведерников Я. Д., Васильева Е. С., Рублева О. А., 2026

Keywords: wood pressing, stamping tool, design documentation
For citation: Vedernikov Ya. D., Vasilyeva E. S., Rubleva O. A. (2026) Ustrojstvo dlya pressovaniya pryamougol`ny`x shipov [Device for pressing rectangular tenons]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 422–426. (In Russ).

Формирование шипов на торцах деревянных заготовок для последующего их склеивания по длине в современной деревообрабатывающей промышленности осуществляется при помощи операции фрезерования. Однако существует альтернативный фрезерованию инновационный способ формирования шипов – торцовое прессование [1]. Одним из значимых шагов по внедрению торцового прессования является конструирование и изготовление технологической оснастки. В данной работе предложена конструкция штампа для прессования прямоугольных шипов на торцах деревянных заготовок, основанная на патенте № 2834044 [2].

Целью работы является разработка конструкции штамповой оснастки для формирования прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок.

Задачи исследования:

1) создать трехмерную модель изделия;
2) оценить изделие с точки зрения технологичности его изготовления и сборки;
3) оценить изделие с точки зрения выполнения основной эксплуатационной функции;
4) разработать пакет конструкторской документации, необходимой для изготовления изделия.

Материалы и методы

Моделирование проводилось в среде «Компас 3D». За основу была принята схема устройства, предложенная в патенте [2], а также конструктивные решения, предложенные в работах [3, 4]. Оснастка предназначается для обработки заготовок размерами 20×40×160 мм.

Конструкция технологической оснастки представлена на рис. 1.

Устройство состоит из верхней *1* и нижней *2* плит, соединенных между собой направляющими колонками *3*. Направляющие колонки *3* запрессованы в нижнюю плиту *1* и соединены с минимальным гарантированным зазором с верхней плитой *2*. Пуансон *4* крепится к верхней плите *2*.

Заготовка *5* устанавливается в базирующий уголок *6* и прижимается прижимными планками *7* и *8*. Пружины *9* удерживают верхнюю плиту и необходимы для безопасной установки и извлечения заготовки. Прихват *10* предназначен для фиксации прижимной планки *8*. Упор *11*

ограничивает вертикальное перемещение пуансона *4* в направлении заготовки *5* для предотвращения излома шипов. Хвостовик *12* предназначен для соединения штамповой оснастки с рабочим органом пресса для извлечения пуансона из готовой детали.

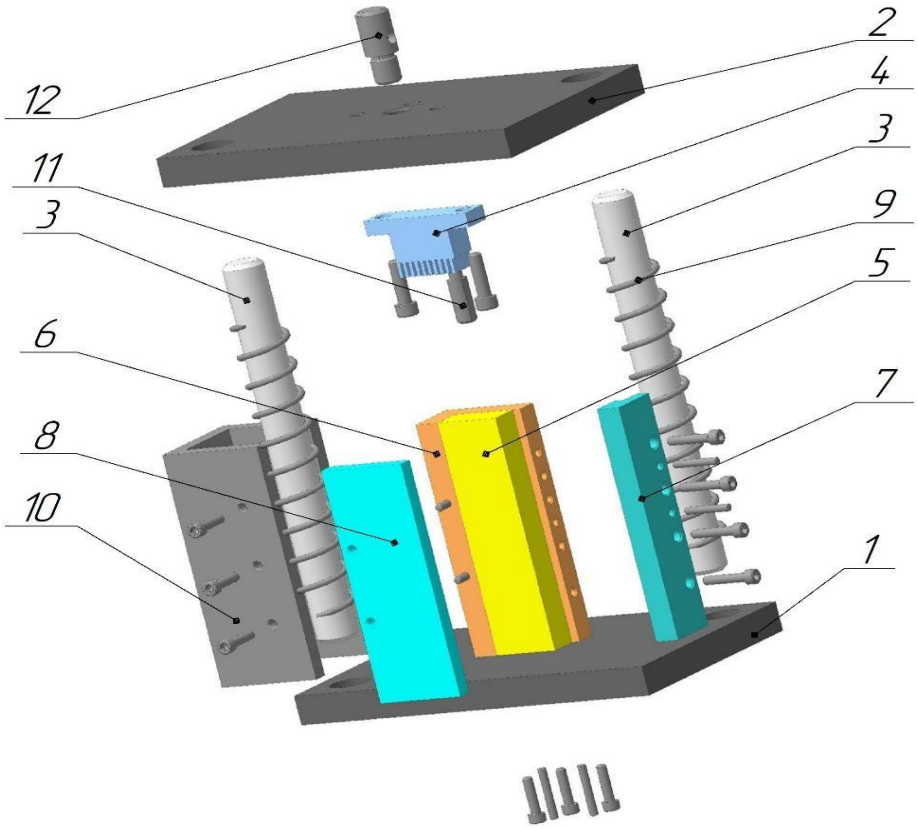


Рис. 1. Основные узлы штамповой оснастки:
1 – нижняя плита; *2* – верхняя плита; *3* – направляющие колонки; *4* – пуансон; *5* – заготовка; *6* – базирующий уголок; *7*, *8* – прижимная планка; *9* – пружина; *10* – прихват; *11* – упор; *12* – хвостовик

С точки зрения технологичности изготовления: все детали спроектированы с учетом применения минимального количества технологических операций для их изготовления и максимального коэффициента использования материала.

С точки зрения выполнения основной эксплуатационной функции: предложенная конструкция и принцип действия устройства позволяют использовать данную штамповую оснастку для изготовления прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок, используя в качестве силового механизма любой имеющийся пресс.

На основании трехмерной модели был разработан комплект конструкторской документации, включающий в себя спецификацию изделия, чертеж общего вида (рис. 2) и чертежи деталей.

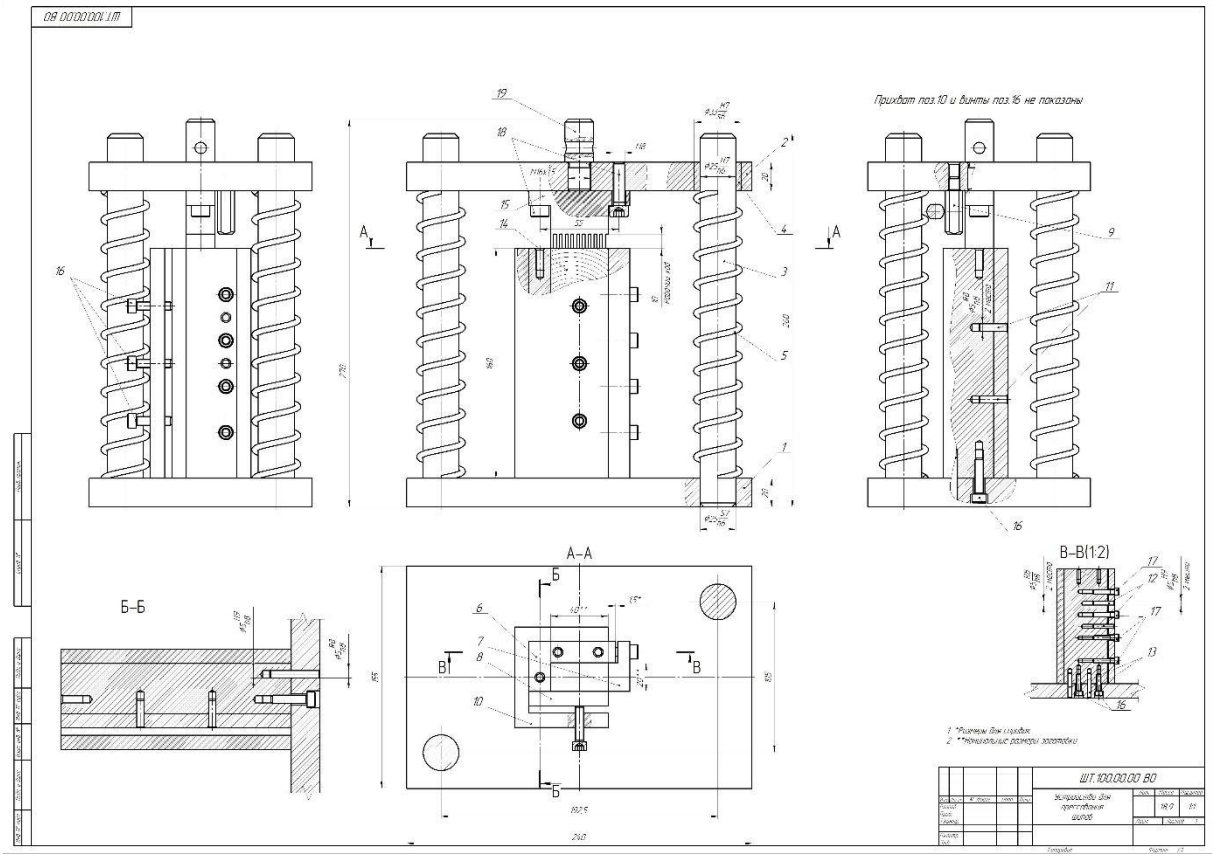


Рис. 2. Чертеж общего вида штамповой оснастки

Разработанная на основе трехмерной модели конструкторская документация позволяет изготовить штамповую оснастку, предназначенную для формирования прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок с заданными требованиями по качеству.

Список источников

1. Рублева О. А. Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового прессования : дисс. … д-ра техн. наук / Рублева Ольга Анатольевна. Екатеринбург, 2020. 346 с.

2. Патент № 2834044 C1 Российская Федерация, МПК B27M 1/02. Устройство для прессования прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок : заявл. 03.10.2024 : опубл. 03.02.2025 / О. А. Рублева, Я. Д. Ведерников ; заявитель Вятский государственный университет. EDN RSGARA

3. Ведерников Я. Д., Рублева О. А., Васильева Е. С. Обоснование требований к точности отдельных узлов штампового приспособления для формирования прямоугольных шипов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XX Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 13–15 сентября 2025 г. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 60–65. EDN RFRSGH

4. Ведерников Я. Д., Рублева О. А. Разработка конструкции матрицы для формирования прямоугольных шипов способом торцового прессования // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XV Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 08 февраля 2024 г. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 536–539.

Научная статья
УДК 645.4

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ TETRA PAK В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дмитрий Сергеевич Грачев[1], Евгений Александрович Ивкин[2], Татьяна Владимировна Ефимова[3], Татьяна Леонидовна Ищенко[4]
[1-4] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Россия
[1] urokin60@mail.ru
[2] jonny.go82@gmail.com
[3] pk.lpf@mail.ru
[4] tl_ischenko@mail.ru

Аннотация. В статье представлен аналитический обзор существующих подходов к использованию отходов упаковки Tetra Pak при получении плитных материалов: полимерных и древесно-полимерных плит, цементно-связанных композитов, а также гибридных материалов.

Ключевые слова: отходы Tetra Pak, многослойная упаковка, вторичные ресурсы, композиционные плиты, древесно-полимерные композиты, утилизация отходов

Для цитирования: Возможности применения отходов Tetra Pak в производстве плитных материалов / Д. С. Грачев, Е. А. Ивкин, Т. В. Ефимова, Т. Л. Ищенко // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 427–432.

© Грачев Д. С., Ивкин Е. А., Ефимова Т. В., Ищенко Т. Л., 2026

Original article

POSSIBILITIES OF USING TETRA PAK WASTE IN THE BOARD MATERIALS PRODUCTION

Dmitry S. Grachev[1], Evgeny A. Ivkin[2], Tatiana V. Efimova[3], Tatiana L. Ishchenko[4]
[1–4] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] urokin60@mail.ru
[2] jonny.go82@gmail.com
[3] pk.lpf@mail.ru
[4] tl_ischenko@mail.ru

Abstract. This article presents an analytical review of existing approaches to utilizing Tetra Pak packaging waste in the board materials production: polymer and wood-polymer boards, cement-bonded composites, and hybrid materials.

Keywords: Tetra Pak waste, multilayer packaging, recycled resources, composite boards, wood-polymer composites, waste disposal

For citation: Vozmozhnosti primeneniya otxodov Tetra Pak v proizvodstve plitny`x materialov [Possibilities of using Tetra Pak waste in the board materials production] (2026) D. S. Grachev, E. A. Ivkin, T. V. Efimova, T. L. Ishchenko. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 427–432. (In Russ).

За последние десятилетия упаковка типа Tetra Pak стала одним из доминирующих решений для расфасовки жидких пищевых продуктов (молоко, соки, напитки и др.), что обусловлено ее малой массой, удобством транспортировки и высокими барьерными свойствами. По данным компании-производителя и независимых исследований, средний состав такой упаковки составляет порядка 70–75 % бумажного картона, 20–25 % полиэтилена низкой плотности и около 5 % алюминиевой фольги [1]. Многослойная структура, обеспечивающая долговременную сохранность продукта, одновременно делает отходы упаковки крайне устойчивыми к разложению и затрудняет их традиционную переработку.

Основной промышленно реализованный маршрут утилизации включает гидроразделение с выделением целлюлозного волокна и формирования отдельного потока так называемого polyAl – смеси полиэтилена и алюминия. Целлюлозная фракция относительно легко вовлекается

в производство бумаги, картона и санитарно-гигиенических изделий, тогда как для polyAl ищутся пути применения в виде экструзионных изделий, кровельных материалов, паллет, настилов и плит.

В мире ежегодно перерабатывается более 25 млрд использованных упаковок Tetra Pak. Ежегодный прирост количества потребительских отходов картонной упаковки, направленных на переработку, превышает 1 млрд шт. [1, 2]. Типичная асептическая упаковка Tetra Pak представляет собой шестислойный композит, где основной объем занимает целлюлозный картон, обеспечивающий жесткость и форму изделия. Внутренние и внешние слои полиэтилена формируют влагонепроницаемую оболочку, а тонкий слой алюминиевой фольги выступает барьером по кислороду и свету, что позволяет длительно сохранять продукт без холодильной цепи. Такой многослойный материал практически не поддается биодеградации в природных условиях и относится к категории сложных поликомпонентных отходов. При этом в его составе содержится значительная доля высококачественного целлюлозного волокна и термопластичного полиэтилена, потенциально способных выполнять функции армирующего и связующего компонентов в композиционных плитах. Алюминиевый слой, несмотря на относительно малую долю по массе, может дополнительно влиять на теплостойкость, теплоотражающую способность и огнестойкость получаемых материалов.

С практической точки зрения отходы Tetra Pak, поступающие в переработку, характеризуются значительной неоднородностью: различной степенью загрязнения, остаточной влажностью, фракционным составом после измельчения. Это накладывает требования к предварительной подготовке сырья (мойка, сушка, калибровка частиц) и выбору технологических режимов изготовления плит.

Наиболее очевидный подход предполагает использование измельченной упаковки Tetra Pak без разделения на компоненты. При горячем прессовании роль связующего частично выполняет полиэтиленовая фракция, размягчающаяся и сплавляющая элементы структуры, тогда как целлюлозное волокно образует армирующий каркас, а алюминиевые включения распределяются в объеме. Ряд экспериментальных работ демонстрирует возможность получения плит из шредированной упаковки с плотностью порядка 800–900 кг/м³, при этом предел прочности при изгибе и модуль упругости сопоставимы с минимальными требованиями европейских стандартов к древесным плитам общего назначения для внутренней эксплуатации. Основные ограничения такого материала связаны с повышенной водопоглощаемостью и толщинным набуханием из-за присутствия гидрофильной целлюлозной фракции, а также с нестабильностью размеров при воздействии влаги и температуры. Исследования деградации и ускоренного старения плит из отходов Tetra Pak показывают, что для повышения долговечности необходимы дополнительные мероприятия: введение

антипиренов и биоцидных добавок, гидрофобизация поверхности, применение защитных облицовочных покрытий. В таком виде плиты целесообразно применять преимущественно в условиях внутренней эксплуатации при ограниченном увлажнении: в качестве стеновых и потолочных панелей, элементов перегородок, декоративных облицовок.

Альтернативный подход, активно исследуемый в последние годы, заключается во введении отходов Tetra Pak в состав композиционных плит в качестве частичной замены древесного наполнителя или минерального заполнителя. В древесно-полимерных композитах полиэтилен и алюминий из состава отходов выступают как дополнительная полимерная и армирующая фаза, тогда как целлюлозная составляющая может взаимодействовать с древесной мукой или стружкой, формируя более сложную пористую структуру.

Примеры таких решений включают:

- древесно-полимерные плиты, где измельченные отходы Tetra Pak частично заменяют древесную стружку;
- гибридные панели, состоящие из смеси шредированных упаковок, прочих полимерных отходов и целлюлозных материалов;
- панели с минеральной матрицей (цемент, гипс), где отходы Tetra Pak рассматриваются как легкий наполнитель и микроармирование.

В работе P. Bekhta и соавторов было показано, что панели, содержащие комбинацию частиц Tetra Pak и полиэтиленовых отходов при оптимальном соотношении компонентов, демонстрируют предел прочности при изгибе порядка 15 МПа и удовлетворяют минимальным требованиям EN к древесно-стружечным плитам общего назначения, при этом не требуют введения формальдегидных смол [3].

Для гибридных композитов с минеральной матрицей (полимербетоны, цементно-связанные плиты) показано, что добавка измельченных элементов Tetra Pak может способствовать снижению массы и повышению ударной вязкости, а при специальной обработке (например, гамма-облучением) – увеличению прочности на сжатие за счет улучшения межфазного взаимодействия. Отдельный интерес представляют композиты «Tetra Pak – древесное или растительное сырье»: в экспериментах с комбинацией отходов упаковки и волокон бамбука показано, что оптимизация температуры, давления и времени горячего прессования позволяет получать плиты, удовлетворяющие требованиям к MDF по прочности на изгиб и внутреннему сцеплению при умеренном содержании смолы и высокой доле Tetra Pak.

Технический потенциал плит на основе отходов Tetra Pak в значительной степени определяется: стабильностью исходного сырья (однотипность упаковок, степень загрязнения); контролем фракционного состава и влажности после подготовки; возможностью поддержания воспроизводимых режимов горячего прессования; требуемым уровнем эксплуатационных свойств (механическая прочность, водостойкость, биостойкость).

На текущем уровне развития технологий наиболее реалистичными нишами применения являются: внутренние облицовочные и конструкционно-отделочные плиты, элементы упаковки и транспортной тары многократного использования, легкие перегородочные панели, акустические и теплоизоляционные элементы для сухих помещений. Расширение применения во внешних ограждающих конструкциях и средах с повышенной влажностью требует дальнейшей модернизации составов (использование гидрофобизаторов, минеральных или полимерных покрытий, модифицирующих добавок) и накопления данных по долговечности в реальных условиях эксплуатации [4, 5].

Экономическая эффективность во многом зависит от масштаба доступного сырья, развитости системы раздельного сбора, требований к качеству конечной продукции и стоимости альтернативных материалов (ДСтП, МДФ, цементно-стружечные плиты и др.). При наличии устойчивого потока отсортированных отходов Tetra Pak и интеграции переработки в существующие производственные линии по выпуску плитных материалов возможно снижения себестоимости продукции за счет дешевого вторичного сырья и эффекта «зеленого» позиционирования на рынке.

Анализ литературных источников и существующих технологических решений показывает, что отходы упаковки Tetra Pak обладают значительным потенциалом в качестве вторичного сырья для производства плитных материалов. Композитная природа исходного материала позволяет, при правильной организации процессов подготовки сырья и горячего прессования, формировать плиты с приемлемыми механическими характеристиками и функциональными свойствами без применения традиционных формальдегидсодержащих связующих.

Перспективными направлениями дальнейших исследований и разработок являются:

- оптимизация сочетания температурно-силовых режимов прессования и состава композита для различных областей применения плит;
- разработка систем поверхностной защиты и модификации, повышающих влагостойкость, биостойкость и огнестойкость материалов;
- оценка полного жизненного цикла плит на основе отходов Tetra Pak в сравнении с традиционными древесными и минеральными плитами;
- адаптация технологий переработки к условиям региональных систем обращения с отходами и локальным рынкам плитной продукции.

Комплексный учет технических, экологических и экономических факторов позволяет рассматривать использование отходов Tetra Pak в производстве плитных материалов как одно из ключевых направлений развития экономики замкнутого цикла в сфере упаковки и строительных материалов.

Список источников

1. Экологический аспект отходов упаковки Tetra Pak / Л. Г. Коляда, А. В. Кремнева, А. П. Пономарев [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3–1. С. 33–37.

2. Tetra Pak. Recycled products from cartons : [сайт]. URL: https://www.tetrapak.com/ (дата обращения: 05.12.2025).

3. Properties of Composite Panels Made from Tetra-Pak and Polyethylene Waste Material / P. Bekhta, P. Lyutyy, S. Hiziroglu, G. Ortynska // Journal of Polymers and the Environment. 2016. Vol. 24, № 2. P. 159–165. DOI: 10.1007/s10924-016-0758-7

4. Degradation behavior and accelerated weathering of composite boards produced from waste Tetra Pak® packaging materials / N. Yilgor, C. Köse, E. Terzi [и др.] // BioResources. 2014. Vol. 9, № 3. P. 4784–4807. DOI: 10.15376/biores.9.3.4784-4807

5. Переработка тетрапака: особенности технологии, утилизация и повторное применение : [сайт]. URL: https://cleanbin.ru/ (дата обращения: 05.12.2025).

Научная статья
УДК 674

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНОЙ ПЫЛИ НА РЕСПИРАТОРАХ И ШЕРСТИ

Татьяна Алексеевна Дмитриева[1], **Андрей Анатольевич Побединский**[2]
[1, 2] Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
[1, 2] vm993711@mail.ru

Аннотация. В данной статье описано исследование пропускной способности древесной пыли и опилок в различных респираторах, используемых для защиты органов дыхания рабочих в деревообрабатывающих производствах. Проведенный эксперимент показал высокое значение шерсти как материи, способной блокировать древесную и производственную пыль.

Ключевые слова: древесная пыль, опилки, средства индивидуальной защиты, респиратор, верблюжья шерсть

Для цитирования: Дмитриева Т. А., Побединский А. А. Исследование пропускной способности древесной пыли на респираторах и шерсти // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 433–437.

Original article

RESEARCH OF WOOD DUST PERMEABILITY ON RESPIRATORS AND WOOL

Tatiana A. Dmitrieva[1], **Andrey A. Pobedinsky**[2]
[1, 2] University of Tyumen; Tyumen, Russia
[1, 2] vm993711@mail.ru

Abstract. This article describes a research of the permeability of wood dust and sawdust on various respirators used to protect the respiratory organs of workers in woodworking enterprises. The experiment showed the high value of wool as a material for blocking wood and industrial dust.

***Keywords*:** wood dust, sawdust, personal protective equipment, respirator, camel wool

For citation: Dmitrieva T. A., Pobedinsky A. A. (2026) Issledovanie propusknoj sposobnosti drevesnoj py`li na respiratorax i shersti [Research of wood

© Дмитриева Т. А., Побединский А. А., 2026

dust permeability on respirators and wool]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 433–437. (In Russ).

Сегодня на рынке представлены различного рода респираторы, так называемые СИЗ (средства индивидуальной защиты). Для деревообрабатывающей промышленности имеются отечественные и импортные аналоги. Однако, если учитывать размерную характеристику частиц древесной пыли, представленной в табл. 1, можно отметить, что пропускная способность будет не для всех частиц, либо материя будет иметь настолько плотный состав, а это может стать дискомфортным фактором для рабочего.

Таблица 1

Габариты древесной пыли

№	Название	Размерность, мкм
1	Низкодисперсная	<1
2	Мелкодисперсная	1–10
3	Среднедисперсная	10–50
4	Крупнодисперсная	50–140
5	Очень крупнодисперсная	>140

Исследуя различного рода работы [2–4], следует отметить, что размеры образуемых частиц зависят и от оборудования, на которых производится механическая обработка древесного материала. Но в продаже в основном присутствуют разграничения по разным промышленностям, а не по фракционному составу выделяемых частиц.

В результате чего образовалась *цель* – исследовать пропускную способность респираторов, предназначенных для защиты дыхания рабочих в деревообрабатывающих производствах. Аналогичное исследование проверить на примере верблюжьей шерсти как одного из самых подходящих материалов на замену современным респираторам.

На рис. 1 приведены респираторы, используемые предприятиями для защиты органов дыхания на деревообрабатывающих производствах (кроме шерсти). Плотность шерсти составляет 300 г/м², данная материя вполне является хорошим фильтром от пыли и имеет высокое преимущество в ценовом сегменте в отличие от большинства респираторов.

Исследование заключалось в следующем: каждая из предложенных материй встраивалась во всасывающуюся трубу пылесоса, мощностью 1800 Вт и имеющего регулятор скорости для всасывания древесной пыли (рис. 2). Древесная пыль была заранее подготовлена и содержала в себе

разные габаритные размеры частиц. К каждой материи было подано одинаковое количества древесной массы, которая содержала в себе опилки и древесную и производственную пыль.



а *б* *в* *г*

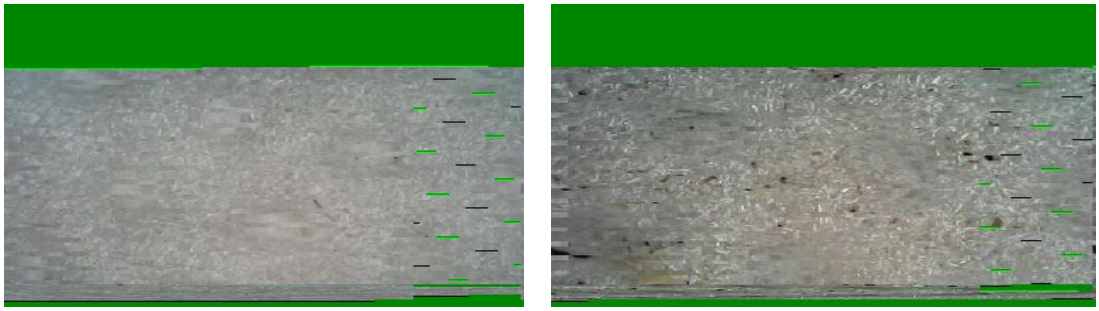
Рис. 1. Респираторы для защиты дыхания и шерсть:
а – СИЗОД ПМФ У2К FFPRD, *б* – респиратор Юлия – 209,
в – медицинская маска, *г* – верблюжья шерсть



Образец № 1 Образец № 2 Образец № 3 Образец № 4

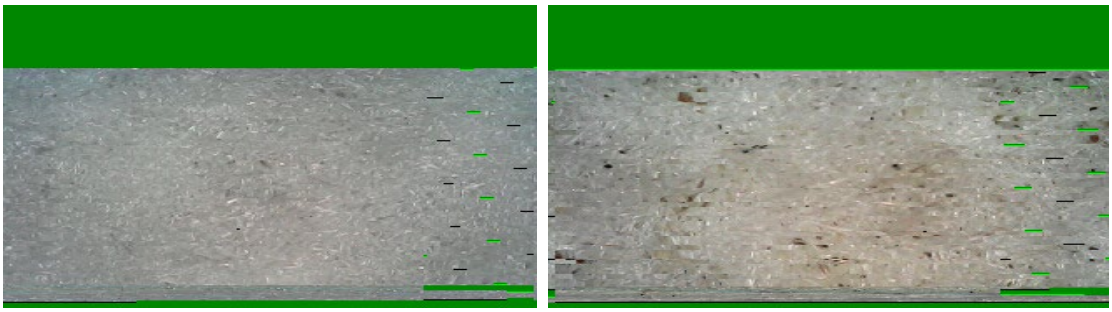
Рис. 2. Исследование прохождения древесной пыли с помощью пылесоса

После проведенного исследования все образцы аккуратно поставлялись к микроскопам. Результаты снимков для каждого из образцов представлены на рис. 3–6.



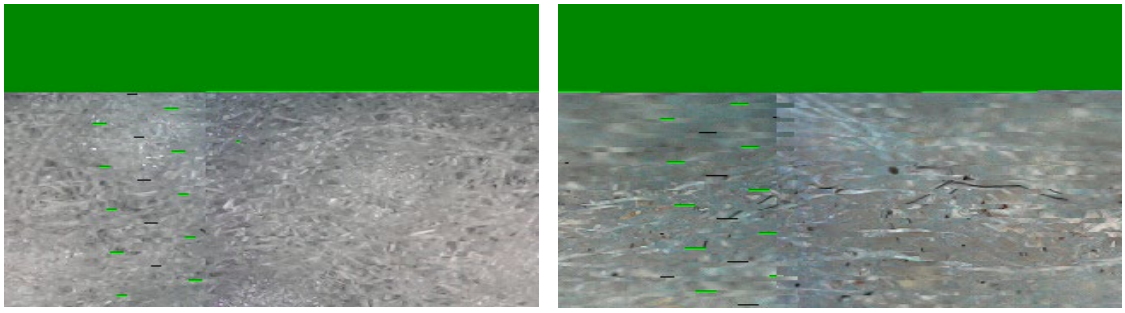
а) до исследования б) после исследования

Рис. 3. Исследование всасывания древесных элементов
под микроскопом (разрешение до 150 мкм) образца № 1



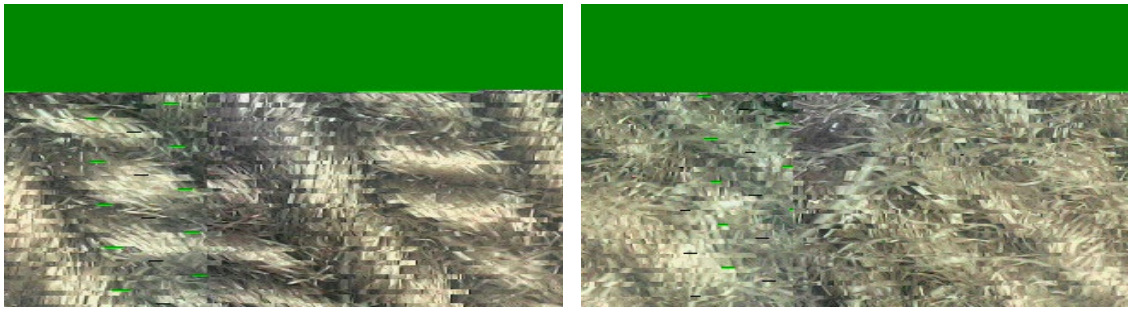
а) до исследования *б*) после исследования

Рис. 4. Исследование всасывания древесных элементов под микроскопом (разрешение до 150 мкм) образца № 2



а) до исследования *б*) после исследования

Рис. 5. Исследование всасывания древесных элементов под микроскопом (разрешение до 150 мкм) образца № 3



а) до исследования *б*) после исследования

Рис. 6. Исследование всасывания древесных элементов под микроскопом (разрешение до 150 мкм) образца № 4

При исследовании образцов под микроскопом можно сказать следующее:

– при исследовании образца № 1 и 2 в пылесосе отсека сборника пыли была обнаружена древесная пыль в соотношении 12–18 % от общего объема, который пропущен через этот фильтрующий элемент;

– при исследовании образца № 3 в пылесосе отсека сборника пыли была обнаружена древесная пыль в соотношении 5 % от общего объема, который пропущен через этот фильтрующий элемент;

– при исследовании образца № 4 в пылесосе отсека сборника пыли древесная пыль отсутствовала.

Во всех образцах прохождение крупных древесных частиц и опилок зафиксировано не было. Отмечено также, что образец № 3 после проведенных исследований уже не пригоден для дальнейшего использования.

Верблюжья шерсть является идеальным препятствием для древесной пыли любой фракции при прохождении через материю, обеспечивая легкость дыхания рабочего в деревообрабатывающем производстве. В дополнении можно отметить, что шерсть является безопасным, экологически чистым и экономным материалом в качестве респиратора.

Список литературы

1. Охрана воздушной среды на деревообрабатывающих предприятиях / О. Н. Русак, В. В. Милохов, Ю. А. Яковлев, В. П. Щеголев. М. : Лесная промышленность, 1989. 240 с.

2. Едиге М. М., Макашев Б. К., Орынбек А. Е. Исследование распространения древесной пыли в воздухе рабочей зоны // Universum: технические науки: электронный научный журнал. 2021. № 2(83). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11213 (дата обращения: 23.02.2026).

3. Побединский А. А., Побединский В. В., Тарасевич И. Н. Способ защиты систем дыхания рабочих в деревообрабатывающих производствах // Научная жизнь. 2024. Т. 19, № 2 (134). С. 360–370.

4. Полещук Д. Л., Побединский А. А. Материи для защиты легких рабочего в лесопильно-деревообрабатывающих производствах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург, 2025. С. 517–521.

5. Касторнова А. В., Галанов А. Э., Черепанов А. А. Влияние отрицательных ионов воздуха в рекреационных зонах на здоровье человека // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, 2020. С. 163–168.

Научная статья
УДК 620.2; 629.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ, ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗНАШИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

Кирилл Юрьевич Долженков[1], Маргарита Максимовна Литвинова[2]
[1, 2] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] kirilldolg101@bk.ru
[2] marg32883@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает применение полимерных композитов нефтегазовой отрасли в изнашиваемых узлах лесных машин. Проанализированы условия работы и свойства материалов. Показана их износо- и коррозионная стойкость, обоснована перспективность технологий и направления дальнейших исследований.

Ключевые слова*:* полимерные композиты, изнашиваемые элементы, лесные машины, износостойкость материалов, технологии нефтегазового сектора

Для цитирования: Долженков К. Ю., Литвинова М. М. Перспективы использования полимерных композитов, применяемых в нефтегазовом секторе, для изготовления изнашиваемых элементов лесных машин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 438–441.

Original article

PROSPECTS FOR USING POLYMER COMPOSITES APPLIED IN THE OIL AND GAS SECTOR FOR MANUFACTURING WEAR COMPONENTS OF FORESTRY MACHINES

Kirill Yu. Dolzhenkov[1], Margarita M. Litvinova[2]
[1, 2] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] kirilldolg101@bk.ru
[2] marg32883@gmail.com

Abstract. The article examines the use of polymer composites of the oil and gas industry in wear components of forestry machines. Operating conditions

© Долженков К. Ю., Литвинова М. М., 2026

and material properties are analyzed. It is shown that composites provide high wear and corrosion resistance. The technological transfer is justified, and future research directions are substantiated.

Keywords: polymer composites, wear components, forestry machines, material wear resistance, oil and gas technologies

For citation: Dolzhenkov K. Yu., Litvinova M. M. (2026) Perspektivy` ispol`zovaniya polimerny`x kompozitov, primenyaemy`x v neftegazovom sektore, dlya izgotovleniya iznashivaemy`x e`lementov lesny`x mashin [Prospects for using polymer composites applied in the oil and gas sector for manufacturing wear components of forestry machines]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 438–441. (In Russ).

Современная лесозаготовительная техника работает в условиях высокого абразивного воздействия, резких перепадов температур, постоянного контакта с древесной пылью, частицами грунта и влагой. Такие условия существенно сокращают срок службы металлических втулок, направляющих, подшипников и уплотнений, что приводит к частым остановкам техники и увеличению затрат на ремонт. Из-за высокой стоимости лесозаготовительных машин и высокой интенсивности эксплуатации любая возможность увеличения ресурса узлов является особенно важной в экономическом и технологическом отношениях [1].

В то же время нефтегазовая промышленность давно использует широкий спектр полимерных композитов, способных выдерживать высокие нагрузки и агрессивные воздействия. Эти материалы применяются в насосных системах, арматуре, буровом оборудовании и уплотнительных узлах, где требования к износостойкости нередко превосходят требования, предъявляемые к компонентам лесных машин. Полимерные композиции помогают снижать трение, уменьшать потребность в смазке, а также обеспечивать устойчивость к коррозии, химическим реагентам и температурным колебаниям [2].

Одним из наиболее значимых видов композитов являются полиамидные и полиэфирные материалы, наполненные стеклянным или углеродным волокном, графитом, молибденом и другими твердыми частицами. Такие наполнители формируют внутреннюю структуру материала, повышая его способность сопротивляться истиранию. В условиях лесозаготовок, где в узлы трения неизбежно попадают абразивные частицы, наличие армирующих элементов позволяет повысить стойкость деталей и предотвратить возникновение задиров. Опыт нефтегазовой промышленности показывает, что подобные материалы сохраняют свои трибологические характеристики даже при загрязненной смазке и отсутствии идеальных условий эксплуатации [3].

Фторполимеры, такие как PTFE (политетрафторэтилен) и его модификации, обладают уникально низким коэффициентом трения, что делает их перспективными для направляющих, уплотнений и скользящих элементов лесных машин. В нефтегазовой отрасли данные материалы успешно применяются в клапанах, уплотнительных кольцах и прецизионных механизмах. Благодаря высокой химической стойкости фторполимеры не подвержены воздействию влаги, масел, органики и смол, которые регулярно присутствуют в лесозаготовительном оборудовании. Это делает их одним из наиболее перспективных материалов для элементов, работающих в подвижных соединениях.

Полиуретановые композиты отличаются повышенной эластичностью, стойкостью к ударным нагрузкам и способностью поглощать вибрации. Эти характеристики особенно важны для защитных накладок, башмаков, упоров и элементов, контактирующих с древесиной. В лесных машинах полиуретан способен снизить шум, уменьшить ударные воздействия на металл и повысить комфорт эксплуатации техники. Благодаря высокой стойкости к истиранию, полиуретановые накладки могут использоваться в тех местах, где металлические элементы быстро приходят в негодность из-за постоянного контакта с древесиной, грунтом и камнями [1].

Снижение массы конструкции является дополнительным преимуществом полимерных композитов. Плотность полиамидных и полиэфирных композитов ниже плотности стали в несколько раз, что позволяет облегчать конструкции манипуляторов, ротаторов, режущих механизмов и других подвижных частей машин. Уменьшение массы снижает инерционные нагрузки и увеличивает скорость и точность движения механизмов. Аналогичный эффект был многократно отмечен в нефтегазовом машиностроении при замене металлических деталей на композитные аналоги [2].

Коррозионная стойкость композитов обеспечивает дополнительное преимущество в условиях повышенной влажности, характерной для лесозаготовок. Металлические детали подвержены коррозии, особенно при постоянном контакте с растительным соком, влажной древесиной и осадками. Полимеры же сохраняют свои свойства в условиях длительного воздействия влаги, не требуют защитных покрытий и позволяют снизить затраты на антикоррозионное обслуживание. Нефтегазовые испытания показывают, что композитные материалы сохраняют стабильность молекулярной структуры даже после длительной эксплуатации в водяных и химически активных средах [3].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение композитов требует учета некоторых ограничений. Полимерные материалы подвержены явлению ползучести под воздействием длительных статических нагрузок. Однако современные армированные композиты позволяют минимизировать этот эффект. Также необходимо учитывать особенности технологических процессов формирования деталей – литье под давлением, прессование,

намотка и др. Однако соответствующие технологии давно освоены в нефтегазовом оборудовании, что облегчает перенос в лесную отрасль.

Перспективность применения композитов подтверждается и тем, что их использование позволяет существенно снизить эксплуатационные затраты. Увеличение межремонтных интервалов, снижение частоты замены втулок и направляющих, уменьшение количества смазочных материалов – все это формирует значительный экономический эффект. В условиях интенсивной эксплуатации лесных машин подобные преимущества становятся ключевыми факторами для повышения производительности и конкурентоспособности предприятий.

Таким образом, анализ свойств композитов, накопленного опыта нефтегазовой промышленности и условий эксплуатации лесных машин позволяет сделать вывод о высокой целесообразности внедрения полимерных материалов в конструкции изнашиваемых элементов лесозаготовительной техники. Композитные материалы способны повысить ресурс техники, снизить массу узлов, уменьшить нагрузку на гидравлические системы и обеспечить более высокий уровень надежности оборудования в сложных полевых условиях. Перспективные направления будущих исследований включают испытания различных групп композитов, разработку новых рецептур армирования, анализ деградации материалов в условиях высоких механических нагрузок и полный технико-экономический расчет эффективности применения композитных деталей.

Список источников

1. Соловьев В. А. Применение композитов в машиностроении. М. : Машиностроение, 2018. 220 с.

2. Назаров И. П., Михайленко А. В. Полимерные композиционные материалы для нефтегазового оборудования. СПб. : Недра, 2020. 200 с.

3. Кузнецова Е. В. Трибология полимерных материалов. Екатеринбург : УрФУ, 2017. 163 с.

Научная статья
УДК 674.06

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКОРОБЛЕННОСТИ И ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПЛИТАХ МДФ

Даниил Васильевич Кислянский[1], Анастасия Александровна Никифорова[2], Татьяна Ивановна Глотова[3]
[1–3] Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия
[1] kislyanskij05@bk.ru
[2] nastanikiforova69@gmail.com
[3] glotowa-tatjana2016yandex.ru

Аннотация. Проведены исследования покоробленности и внутренних напряжений, возникающих в плитах, определены напряжения в плитах возникающие при увлажнении наружных слоев, установлено, что наибольшее влияние на величину коробления оказывает разница в толщине наружных слоев плиты.

Ключевые слова: плиты, покоробленность, напряжения, увлажнение
Для цитирования: Кислянский Д. В., Никифорова А. А., Глотова Т. И. Исследования покоробленности и внутренних напряжений, возникающих в плитах МДФ // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 442–446.

Original article

RESEARCH OF WARPING AND INTERNAL STRESSES ARISING IN MDF BOARDS

Daniil V. Kislyansky[1], Anastasia A. Nikiforova[2], Tatiana I. Glotova[3]
[1–3] Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia
[1] kislyanskij05@bk.ru
[2] nastanikiforova69@gmail.com
[3] glotowa-tatjana2016yandex.ru

Abstract. Research of warping and internal stresses arising in the boards were conducted, stresses in the boards arising from wetting of the outer layers were determined, and it was established that the greatest influence on the

© Кислянский Д. В., Никифорова А. А., Глотова Т. И., 2026

amount of warping is exerted by the difference in the thickness of the outer layers of the board.

Keywords: boards, warping, stress, moisture

For citation: Kislyansky D. V., Nikiforova A. A., Glotova T. I. (2026) Issledovaniya pokoroblennosti i vnutrennix napryazhenij, voznikayushhix v plitax MDF [Research of warping and internal stresses arising in MDF boards]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 442–446. (In Russ).

Одним из способов снижения деформации в плите при прессовании является увлажнение наружных слоев материала.

Целью проводимых исследования является подтверждение отсутствия напряжений, возникающих в материале от воздействия влаги.

При кондиционировании плиты увлажнителем верхние слои будут изменять свои размеры. Поскольку древесные волокна склеены, то деформации между слоями в плите стеснены, в результате чего возникают внутренние напряжения в клеевом слое.

Расчетная схема определения напряжений представляет собой модель, состоящую из двух слоев наружного и внутреннего с клеем (рис. 1).

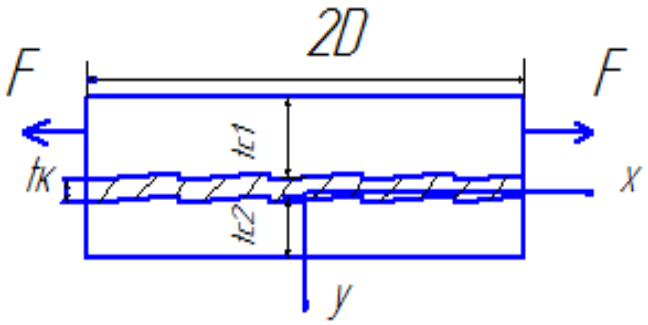


Рис. 1. Модель нагружения клеевого соединения:
tc1, tc2 – средняя толщины смежных слоев плиты;
tк – толщина клеевого слоя; *F* – растягивающая сила;
2D – длина материала

Под воздействием агента обработки только наружные слои плиты могут изменять свои геометрические параметры. Изгибающие моменты в слоях равны по знаку, но противоположны по направлению, поэтому их влияние на изменение формы плиты равны нулю. Внутренние напряжения в клеевом слое зависят только от напряжений, вызванных силой *F*. Под действием этой силы верхний слой плиты растягивается. Приведенная модель является обобщенным случаем рассмотренным в работах [1, 2].

Полагая, что все нагружения будут равны нулю, за исключением напряжений, вызванных силой *F*. Получаем систему уравнений нормального и касательного напряжения от действия силы *F*:

$$G_0(F) = 0,$$

$$\tau_0(F) = -\frac{\gamma F}{8} \frac{\text{sintc}\gamma X}{\text{costc}\gamma D}, \quad (1)$$

где γ – деформация сдвига клеевого слоя;

F – действующая на клеевое соединение сила;

X – текущая координата;

D – длина клеевого слоя.

В результате расчета установлено, что касательные напряжения в слоях плиты не возникают, что подтверждается замерами деформации слоев плиты, которые не изменились как до, так и после увлажнения. Поэтому возможно снижения расхода сырья на изготовления плит за счет уменьшения наружных слоев.

Использование многослойной плиты МДФ повышает вероятность коробления ее и снижает качество. С целью обеспечения плоскостности плиты решены задачи:

– выбор переменных факторов и уровней варьирования, установление закона их распределения;

– разработка математической модели коробления;

– установления закона коробления и статистических характеристик;

– оптимизация вероятностей превышения значений коробления плиты, ее допустимой величины.

На основании обзора литературы и поисковых экспериментов было установлено, что на коробление плиты существенным образом влияет разница во влажности и толщине наружных слоев пакета. Поэтому в качестве переменных приняты эти два основных фактора.

Толщина слоя в пакете определялась с помощью микрометрической линейки, влажность в слоях определялась весовым способом. Склеивание плиты форматом 500 × 500 мм производится по режиму:

– давление плит пресса 5 Мпа;

– температура прессования 160 °С;

– время выдержки под давлением 6 мин.

Для реализации опытов принят план Коно, т. к. он обладает хорошими статистическими характеристиками и позволяет адекватно описать процесс при использовании двух переменных факторов. Предварительными экспериментами было установлено, что коробление плит от переменных факторов изменяется нелинейно, что обусловило выбор предлагаемого плана. Измерение покоробленности производилось по диагонали плиты. Измерялась стрела прогиба, а затем по отношению стрелы прогиба к длине

диагонали вычислялось коробление плиты. Затем значение коробления плиты приводится к истинному значению на длины диагонали в один метр.

В результате реализации опытов по плану Коно получена математическая модель вида

$$C = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_1X_2 + A_4X_1^2 + A_5X_2^2, \quad (2)$$

где $A_0, A_1, \ldots A_{12}$ – коэффициенты;

X_1, X_2 – переменные факторы.

Результаты расчетов коробления плиты сведены в таблице.

Результаты расчета коробления плиты

Коэффициенты уравнения		Значения *t*-критерия Стьюдента		Значение *F*-критерия Фишера	
Обозначение	Значения	$t_р$	$t_т$	$F_р$	$F_т$
A_0	0,0278	–	–	–	–
A_1	0,9166	4,474	2,06	55,37	4,52
A_2	3,0556	2,827	2,06	55,37	4,52
A_{12}	–0,1389	2,694	2,06	55,37	4,52
A_{11}	–0,0185	2,364	2,06	55,37	4,52
A_{22}	16,8980	12,944	2,06	55,37	4,52

По результатам регрессионного анализа видно, что наибольшее влияние на величину коробления оказывает разница в толщине слоя плиты. Разница во влажности оказывает меньшее влияние. Очевидно, что это связано с тем, что в процессе прессования плит значительная часть влаги из наружных слоев пакета удаляется.

На рис. 2 представлен график зависимости коробления плиты от разности во влажности наружных слоев пакета при постоянной величине разности в толщине, закрепленной на среднем уровне.

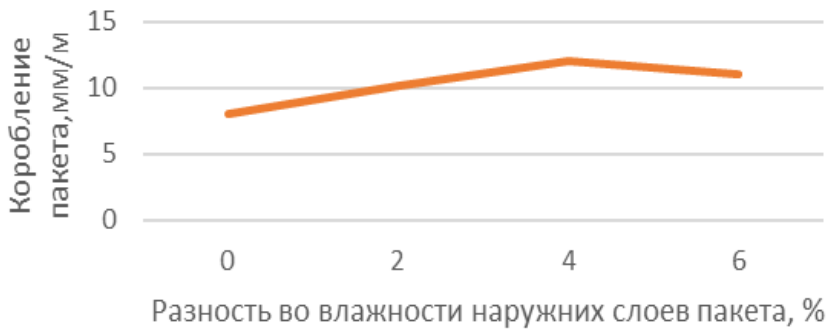


Рис. 2. Зависимость коробления пакета от разности во влажности наружных слоев пакета

На рис. 3 представлен график зависимости коробления плиты от разности в толщине наружных слоев пакета при постоянной величине разности во влажности, закрепленной на среднем уровне.



Рис. 3. Зависимость коробления плиты
от разности толщины наружных слоев

Экспериментально установлено, что основными факторами, оказывающими значительное влияние на коробление плиты, являются разность в толщине и влажности наружных слоев пакета.

Доказано, что влажность и толщина волокон в формирующих машинах для наружных слоев подчиняется нормальному закону распределения.

Получены значения на основании закона распределения переменных факторов для регрессионной модели коробления плиты.

По результатам регрессионного анализа установлено, что наибольшее влияние на коробление оказывает разность в толщине наружных слоев пакета.

Список источников

1. Лукаш А. А. Методология применения технологических воздействий для создания новых высококачественных древесных материалов и изделий из древесины. Брянск, 2012. 250 с.

2. Термомодифицирование измельченной древесины в процессе производства древесно-наполненных композитов / В. А. Романов, А. В. Седых, А. М. Начкебия, Е. Д. Никишова // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная : материалы XIII Международной научно-практической конференции (Брянск, 26 апреля 2024 г). Брянск : Изд-во Брян. гос. женер.-техн. ун-та, 2024. С. 169–173.

Научная статья
УДК 674.07

ТРЕБОВАНИЯ К РАСТВОРИТЕЛЯМ ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Виолетта Алексеевна Комиссарова[1], Светлана Борисовна Шишкина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] vita.200405@mail.ru
[2] shishkinasb@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматриваются свойства растворителей (разбавителей), влияющие на качество отделки древесины и древесных материалов.

Ключевые слова: растворитель, разбавитель, скорость испарения, разбавляющая способность, отделка древесины

Для цитирования: Комиссарова В. А., Шишкина С. Б. Требования к растворителям для лакокрасочных материалов, применяемых в отделке древесины и древесных материалов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 447–450.

Original article

SOLVENTS REQUIREMENTS FOR PAINT AND VARNISH MATERIALS USED IN WOOD AND WOOD-BASED MATERIALS FINISHING

Violetta A. Komissarova[1], Svetlana B. Shishkina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] vita.200405@mail.ru
[2] shishkinasb@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the properties of solvents (thinners) that affect the quality of wood and wood-based material finishing.

Keywords: solvent, thinner, evaporation rate, dilution capacity, wood finishing

For citation: Komissarova V. A., Shishkina S. B. (2026) Trebovaniya k rastvoritelyam dlya lakokrasochny`x materialov, primenyaemy`x v otdelke drevesiny` i drevesny`x materialov [Solvents requirements for paints and

© Комиссарова В. А., Шишкина С. Б., 2026

varnish materials used in wood and wood-based materials finishing]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 447–450. (In Russ).

Многие производители мебели не уделяют достаточного внимания такому важному компоненту лакокрасочных материалов (ЛКМ), как растворитель. Наиболее часто определяющим фактором в выборе состава является его цена. На российском рынке множество предложений на растворители и разбавители с большим диапазоном разброса цен в зависимости от марки и производителя. Большая разница в цене настораживает не всех, и повышенным спросом чаще всего пользуются материалы низкой и средней ценовой категории. Низкокачественные составы в последствии могут повлиять на свойства лакокрасочных материалов и покрытий на их основе.

Основными задачами растворителей и разбавителей, помимо контроля вязкости ЛКМ, являются:

– возможность нанесения максимального количества ЛКМ (в пересчете на сухой остаток) на поверхность подложки при минимальном количестве технологических слоев;

– максимально быстрая сушка покрытия;

– отсутствие дефектов на поверхности защитной пленки.

Решение этих задач обеспечивается наличием у составов (растворителей, разбавителей) следующих свойств: разбавляющей способности, скорости испарения и химической «чистоты» состава.

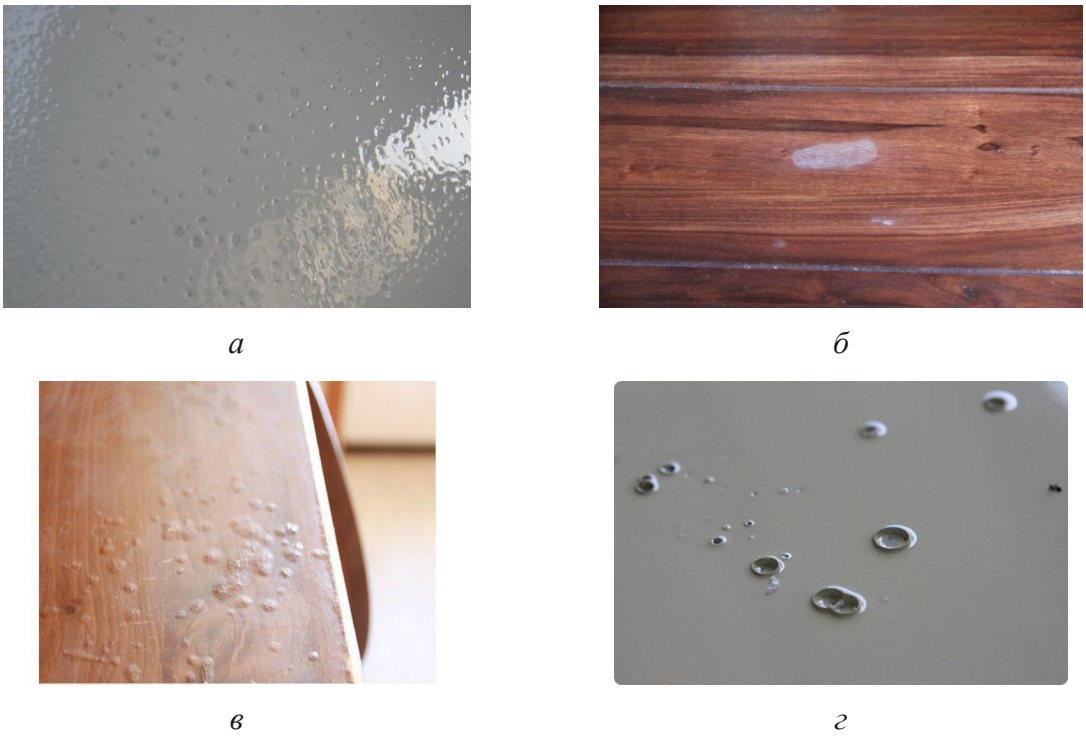
Разбавляющая способность. Растворители и разбавители обеспечивают рабочую вязкость состава, требуемую для конкретного способа нанесения ЛКМ. Кроме того, необходимо учитывать совместимость химической природы растворителей и ЛКМ (например, широко применяемый для НЦ-групп материалов растворитель Р-646 несовместим с полиуретанами).

Скорость испарения. Растворитель участвует в процессах «физического» и «химического» высыхания. Растворитель удаляется из технологического слоя на границе раздела фаз в пленке: жидкости и воздуха, поэтому слои ЛКМ, которые находятся ближе к поверхности, высыхают быстрее, чем находящиеся ближе к подложке. Невозможность выхода остатков растворителя на поверхность через твердую пленку может привести к появлению таких дефектов покрытия, как «апельсиновая корка», помутнение и образование пузырьков или кратеров (рис. 1).

Все растворители условно можно разделить на «быстрые» и «медленные». Зависимость скорости сушки ЛКМ от содержания растворителя представлена на рис. 2.

Состав растворителя. В стандартный состав входят 3–4 компонента, каждый из которых выполняет определенную роль. Их соотношение

подбирается строго с учетом химической природы смеси (лака, отвердителя и др.). При несоблюдении технических условий производители в целях удешевления состава увеличивают содержание таких веществ, как метанол, толуол или ацетон, что не только повышает токсичность растворителя, но и существенно увеличивает скорость испарения, при которой ЛКМ не успевают растекаться по поверхности подложки и увеличивается количество дефектов сушки покрытия.



а *б*

в *г*

Рис. 1. Дефекты сушки покрытия при высокой скорости испарения растворителя: *а* – шагрень («апельсиновая корка»); *б* – побеление; *в* – пузыри; *г* – кратеры

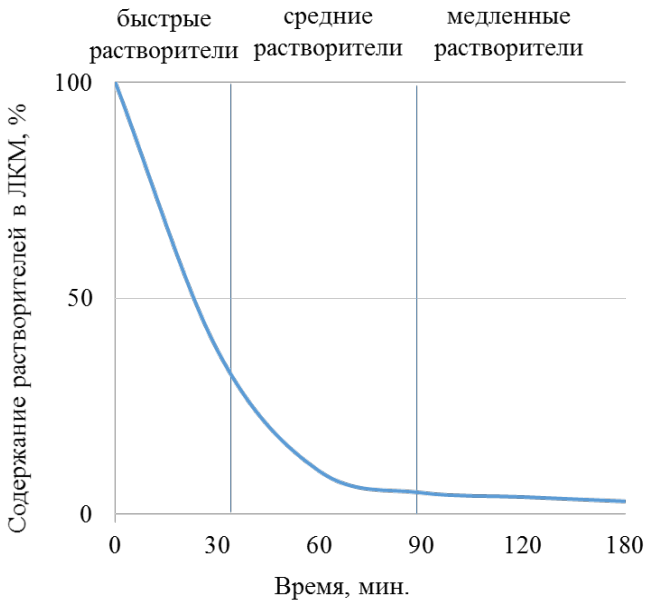


Рис. 2. Зависимость скорости сушки ЛКМ от содержания растворителя

Наличие примесей, в частности воды (входящей в составы ацетона и спиртов, попадающей в смесь из воздуха при несоблюдении условий хранения), вызывает как минимум помутнение у прозрачных ЛКМ, что приводит к таким дефектам покрытия, как белесость или дымка, а в некоторых случаях – невозможность отверждения лаковой пленки. Допустимое количество воды в растворителях для ПУ-лаков не должно превышать 0,05 %, однако в самых «бюджетных» составах растворителей этот показатель достигает 5 %.

Таким образом, грамотный подход в подборе растворителя (разбавителя), входящий контроль наличия примесей в составе, соблюдение рецептуры и технологических параметров формирования покрытия на древесной подложке обеспечит высокое качество окрашенной поверхности.

Список источников

1. Дубовская Л. Ю. Технология отделки мебели и столярных изделий. Минск : РИПО, 2019. 295 с.

2. Демитрова И. П. Защитно-декоративные материалы и покрытия древесины и древесных материалов. М. : Инфра-Инженерия, 2023. 248 с.

3. Совина С. В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. Испытания защитно-декоративных покрытий : методические указания к практическим и лабораторным работам для студентов очной и заочной форм обучения. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 47 с.

4. Яковлев А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. СПб. : «Химиздат», 2008. 444 с.

Научная статья
УДК 674.816.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛИТНОГО ДРЕВЕСНО-ТОРФЯНОГО КОМПОЗИТА

Сергей Денисович Кондюрин[1], Ирина Валерьевна Яцун[2], Светлана Александровна Одинцева[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] sergey.kondyurin.98@mail.ru
[2] yatsuniv@m.usfeu.ru
[3] odintsevasa@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе исследованы теплоизоляционные свойства разработанного плитного древесно-торфяного композита с разным содержанием торфа и связующего. По результатам исследований получено, что при 30-процентном содержании торфа и 12-процентном связующего коэффициент теплопроводности материала составляет 0,090 Вт/(м·К).

Ключевые слова: древесно-торфяной композит, плитный теплоизоляционный материал, коэффициент теплопроводности древесно-торфяного композита, древесно-торфяная плита, теплоизоляционный материал

Для цитирования: Кондюрин С. Д., Яцун И. В., Одинцева С. А. Исследование теплоизоляционных свойств плитного древесно-торфяного композита // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youthto the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 451–455.

Original article

RESEARCH OF THERMAL INSULATION PROPERTIES OF BOARD WOOD-PEAT COMPOSITE

Sergey D. Kondyurin[1], Irina V. Yatsun[2], Svetlana A. Odintseva[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] sergey.kondyurin.98@mail.ru
[2] yatsuniv@m.usfeu.ru
[3] odintsevasa@m.usfeu.ru

Abstract. The thermal insulating properties of developed board wood-peat composite with different content of peat and binder were investigated. According to the results of researches, it was found that with a content of 30 percent

© Кондюрин С. Д., Яцун И. В., Одинцева С. А., 2026

peat and 12 percent binder, the thermal conductivity of the material is 0.090 W/(м·К).

Keywords: wood-peat composite, board thermal insulation material, wood-peat composite thermal conductivity coefficient, wood-peat board, thermal insulation material

For citation: Kondyurin S. D., Yatsun I. V., Odintseva S. A. (2026) Issledovanie teploizolyacionny`x svojstv plitnogo drevesno-torfyanogo kompozita [Research of thermal insulation properties of board wood-peat composite]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 451–455. (In Russ).

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета разработана конструкция нового плитного композита, обладающего теплоизоляционными свойствами [1, 2]. Для изготовления материала использовались: древесная стружка, торф низкой степени разложения; в качестве связующего – малотоксичная карбамидоформальдегидная смола КФ-МТ-15 (М)), отвердителем выступил хлористый аммоний, который добавлялся в смолу в количестве 1 % от него.

Целью проведения исследования являлось определение влияния процентного содержания торфа и связующего в древесно-торфяной клеевой композиции на величину теплозащитных свойств разработанного композита.

В основу технологии формирования плитного материала была положена традиционная технология изготовления древесно-стружечных плит [3]. Предварительно высушенные до влажности 10 ± 2 % древесная стружка и торф перемешивались в электрическом смесителе, а затем в смесь добавлялось связующее. Древесно-торфяная клеевая композиция перемешивалась до однородного состояния и заливалась в форму размером 330×330 мм, установленную на плоском металлическом поддоне, а затем разравнивалась и прижималась сверху. Сформированный пакет подпрессовывался при давлении $0{,}9 \pm 0{,}1$ МПа в холодном прессе в течение 30–60 с. С подпрессованного пакета снималась форма, а на поддон по обе стороны от сформированного пакета укладывались дистанционные планками, которыми задавалась толщина будущей плиты (в эксперименте $22 \pm 0{,}1$мм). Пакет сверху накрывался вторым поддоном и помещался в горячий пресс. Прессование осуществлялась при температуре 150 ± 5 °С и давлении $2{,}8 \pm 0{,}1$ МПа в течение 5 мин. Далее давление сбрасывалось в течение 5 мин. Полученные плиты вынимались из пресса и отправлялись на сутки для технологической выдержки.

Рецептуры исследуемых древесно-торфяных клеевых композиций представлены в таблице.

Рецептуры древесно-торфяных клеевых композиций

Компонент	Единица измерения	Содержание компонента в древесно-торфяной клеевой композиции									
		номер исследуемого состава:									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Древесная стружка	%	88	78	68	58	48	84	74	64	54	44
	г.	800	687	568	447	340	800	644	512	417	323
Торф	%	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
	г.	0	88	167	230	283	0	86	160	230	294
Связующее	%	12					16				
	г.	108	105	100	93	85	152	140	128	123	118
Итого	%	100									
	г.	908	880	835	770	708	952	870	800	770	735

Полученные лабораторные образцы плитных древесно-торфяных композитов представлены на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид лабораторных плитных древесно-торфяных композитов

Для исследования влияния процентного содержания торфа и связующего на теплоизоляционные свойства полученных плитных композитов были проведены экспериментальные исследования. Схема их проведения представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема проведения экспериментальных исследований

Для оценки теплоизоляционных свойств использовался коэффициент теплопроводности, измерение которого производилось, согласно источни-

ку [4], на измерителе теплопроводности ИТП-МГ4, работающем в стационарном режиме. Внешний вид прибора представлен на рис. 3.

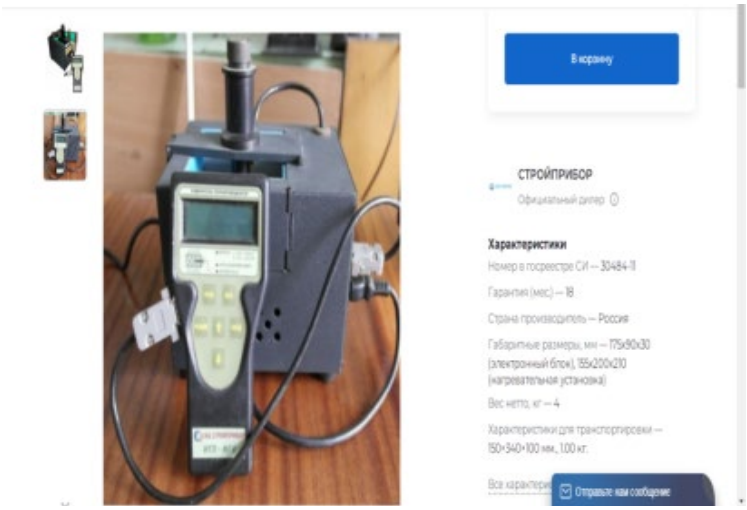


Рис. 3. Общий вид прибора ИТП-МГ4

Принцип работы прибора основан на создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым граням образца, измерении толщины образца, плотности теплового потока и температуры противоположных лицевых граней. Прибор имеет встроенное программное обеспечение (микропрограмма контроллера прибора).

Согласно работе [5], каждый опыт повторялся три раза с последующей статистической обработкой полученных экспериментальных данных. Результаты исследований представлены на рис. 4.

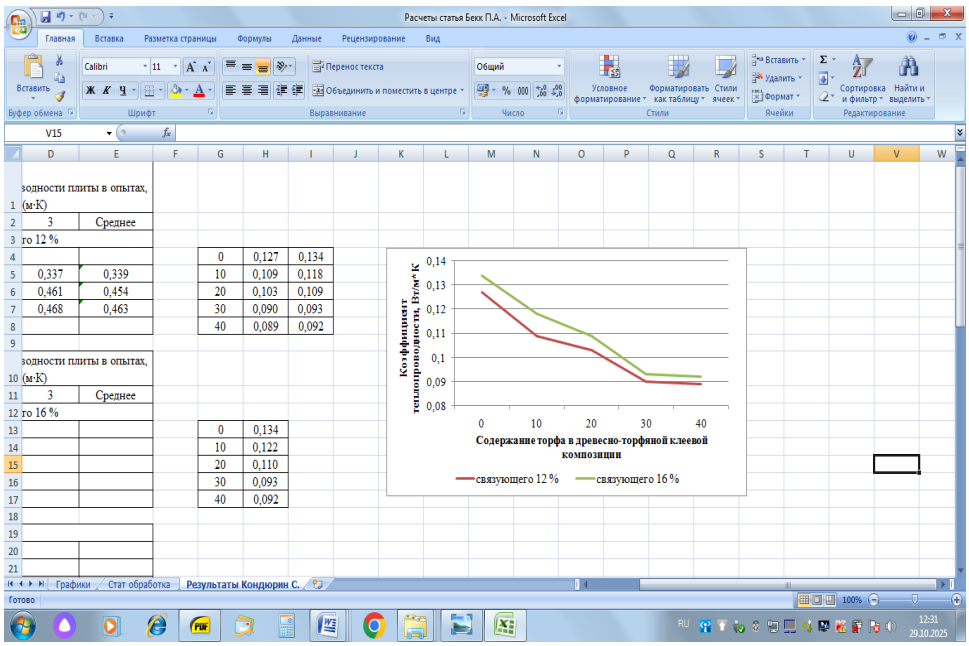


Рис. 4. Результаты эксперимента по определению коэффициента теплопроводности плитных древесно-торфяных композитов

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением содержания торфа в древесно-торфяной клеевой композиции от 0 до 30 % наблюдается увеличение теплоизоляционных свойств разработанного плитного материала. Дальнейшее увеличение количества торфа нецелесообразно, т. к. величина коэффициента теплопроводности практически не изменяется.

2. С увеличением содержания связующего в древесно-торфяной клеевой от 12 до 16 % наблюдается повышение коэффициента теплопроводности, т. е. уменьшаются его теплоизоляционные свойства. Поэтому целесообразно в дальнейших исследованиях остановиться на содержании связующего в композиции в количестве 12 %.

3. С целью повышения теплоизоляционных свойств разработанного композита имеет смысл провести запрессовку путем увеличения его толщины без изменения количества компонентов, входящих в его состав.

Список источников

1. Кондюрин С. Д., Яцун И. В. Использование торфа в композициях теплоизоляционных материалов на основе отходов древесины : анализ патентных решений // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2025. С. 102–108.

2. Формирование древесно-торфяного плитного материала и исследование его свойств / П. А. Бекк, И. В. Яцун // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XVII Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2022. С. 40–47.

3. Шварцман Г. М., Щедро Д. А. Производство древесно-стружечных плит. Изд. 4-е, перераб. и доп. М. : Лесн. пром-сть, 1987. 319 с.

4. ГОСТ 30256–94. Материалы и изделия строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. М. : Изд-во стандартов, 1996. 12 с.

5. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Исследования процессов деревообработки. М. : Лесн. пром-сть, 1984. 140 с.

Научная статья
УДК 630.3:004(075.8)

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (PLM) ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБЪЕКТОВ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

Игорь Владимирович Кузин[1], Сергей Борисович Якимович[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] igku2in@yandex.ru
[2] yakimovichsb@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлен аналитический сопоставительный обзор PLM-систем сопровождения жизненного цикла реальных объектов заготовки древесины и их цифровых двойников. На основе выделенных требований определены наиболее соответствующие им PLM-системы.

Ключевые слова: цифровой двойник, заготовка древесины, PLM-системы

Для цитирования: Кузин И. В., Якимович С. Б. Обоснование систем жизненного цикла (PLM) цифровых двойников объектов заготовки древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 456–461.

Original article

JUSTIFICATION OF DIGITAL TWINS LIFE CYCLE SYSTEMS (PLM) OF WOOD HARVESTING FACILITIES

Igor V. Kuzin[1], Sergey B. Yakimovich[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] igku2in@yandex.ru
[2] yakimovichsb@m.usfeu.ru

Abstract. An analytical comparative review of PLM systems for monitoring the life cycle of real wood harvesting facilities and their digital twins is presented. Based on the identified requirements, the most appropriate PLM systems have been identified.

Keywords: digital twin, wood logging, PLM systems

© Кузин И. В., Якимович С. Б., 2026

For citation: Kuzin I. V., Yakimovich S. B. (2026) Obosnovanie sistem zhiznennogo cikla (PLM) cifrovy`x dvojnikov ob``ektov zagotovki drevesiny` [Justification of digital twins life cycle systems (PLM) of wood harvesting facilities]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 456–461. (In Russ).

Актуальность темы статьи формируется определенными в источнике [1] требованиями к сопровождению жизненного цикла цифровых двойников объектов лесозаготовок:

1. Системообразующим реальным объектом (предметом труда) лесозаготовок, носителtv маркера для формализации его сквозным цифровым двойником является сортимент (бревно).

2. Требования к маркировке и маркерам сортиментов, в соответствии с «Постановлением Правительства РФ от 30 ноября 2021 г. № 2128 “О порядке определения характеристик древесины и учета древесины”» – назначение, порода, длина, диаметр в верхнем отрубе, объем и дополнительные характеристики по состоянию с внутренними и внешними пороками. Обеспечение идентификации предмета труда и цифрового двойника.

3. Аппаратное и программное обеспечение для измерений и контроля качества предмета труда должно надежно работать в сложных природно-производственных условиях заготовки древесины. Обеспечение мобильности систем связи.

4. Требуется надежная работа систем связи, маркировки, хранения и передачи данных при ограничениях по диэлектрической проводимости среды, слабом радиопокрытии и недостаточной видимости. Например, размещение приемо-передающих антенн, наличие толстого или тонкого клиента для хранения данных двойника между сеансами связи.

5. Обеспечение надежного геопозиционирования (GPS/ГЛОНАСС) и локализации реального предмета труда с отображением в цифровом двойнике в режиме текущего времени. Совместимость PLM-систем с ФГИС ЛК или иными ГИС системами.

6. Совместимость программных и аппаратных систем лесозаготовительных машин с предлагаемыми PLM системами.

7. Обеспечение взаимодействия цифрового двойника и предмета труда в технологическом процессе. Обеспечение разработки модели, постановки и решения задач оптимизации и рационализация связей между предметом труда и иными объектами.

8. Средний уровень квалификации персонала, требуется дополнительное обучение.

Поскольку цифровизация большей частью реализует государственные функции контроля и мониторинга [2] (ФГИС ЛК и др.), существует

необходимость развития цифровых двойников отрасли совместимых с государственными системами. Цифровизация отрасли предполагает цифровое проектирование и моделирование на основе цифровых двойников в рамках цифровых и умных производств будущего. Понятия по цифровым двойникам зафиксированы в ГОСТ 57700.37–2021. Цифровой двойник изделия (добавим технологии, процесса) – это система, «состоящая из цифровой модели объекта и двусторонних информационных связей с изделием и (или) его составными частями». Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия. На всех стадиях возможно предпроектное обоснование, проектирование, эксплуатация, сбыт, мониторинг с соответствующими изменениями. Под цифровой моделью изделия понимается система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла. Сопровождение жизненного цикла реальных объектов заготовки древесины и их цифровых двойников обеспечивается PLM-системами. На основе изложенного целесообразно обосновать выбор подобной системы или ранжировать эти системы по критериям, определенным выше. К обоснованию выбора приняты к рассмотрению следующие известные PLM-системы российских и зарубежных производителей: 1C:PLM, LOZMAN:PLM от Аскона, T-FLEX:PLM от Топ Системы; Siemens Teamcenter, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE Platform.

Предоставить полную таблицу сравнения невозможно из-за ограничений по объему данного сборника. Однако основные соответствия требованиям на основе оценок источников [3–5] и информации с сайтов производителей приведены ниже.

1. Формализация объекта лесозаготовок (цифровой двойник).

Teamcenter: имеет функцию создания цифрового двойника и хранит историю изменения каждого элемента производства.

3DEXPERIENCE: платформа имеет проверенные инструменты для создания моделей и цифровых двойников, подходит для описания поведения предмета труда в реальных условиях.

LOZMAN:PLM от Аскона: обеспечивает формирование цифрового двойника и хранение всех важных характеристик предмета труда (назначение, порода, длина, диаметр и прочие данные.

T-FLEX PLM от Топ Систем: подходит для создания цифровых двойников, обеспечивающих описание предмета труда.

1C:PLM: формирует цифровой двойник, но не подходит для сложных моделей.

Выбранные системы 3DEXPERIENCE и LOZMAN:PLM от Аскона.

2. Маркировка и идентификация предмета труда.

Teamcenter: имеет готовые решения для интеграции с базами данных по лесоматериалам и возможностью ввода идентификаторов (QR-коды, RFID-метки).

3DEXPERIENCE: использует аналогичную инфраструктуру.

LOZMAN:PLM от Аскона: обеспечивает полную интеграцию с российскими стандартами маркировки и учета древесины.

T-FLEX PLM от Топ Систем: обеспечивает интеграцию с российскими стандартами маркировки и учета древесины.

1C:PLM: маркировка осуществляется в соответсвии с нормативами РФ.

Выбранные системы как наиболее распространенные и совместимые с ФГИС ЛК – LOZMAN:PLM от Аскона, 1С:PLM.

3. Аппаратное и программное обеспечение для измерений и контроля качества.

Teamcenter: обеспечивает интеграцию компонентов аппаратного и программного обеспечения, позволяет подключать мобильные устройства и датчики, обеспечивая сбор данных о характеристиках древесины и передачу их в единую базу данных.

3DEXPERIENCE: обеспечивает контроль качества в сложных условиях лесосек, обеспечивает аналитические инструменты для глубокого анализа данных, поступающих с мобильных устройств и датчиков.

LOZMAN:PLM от Аскона: есть возможности интеграции с внешними системами через API/шлюзы, есть опыт заказных интеграций.

T-FLEX PLM от Топ Систем: комплект аппаратного и программного обеспечения способен работать в сложных условиях.

1C:PLM: аппаратное и программное обеспечение ограничено возможностями 1С, маркировка возможна в соответствии с нормативами РФ.

Выбранная система: 3DEXPERIENCE за наличие встроенных инструментов аналитики и интеграцию с устройствами Интернета вещей (IoT).

4. Надежные системы связи и хранения данных.

Teamcenter: может работать автономно и синхронизироваться позже, используя клиент-серверную архитектуру.

3DEXPERIENCE: предоставляет облако-хранилище и инструменты распределённой работы, что повышает надёжность хранения данных и связь между узлами.

LOZMAN:PLM от Аскона: система устойчива к неблагоприятным природным условиям, эффективно функционирует при отсутствии постоянного интернет-подключения.

T-FLEX PLM от Топ Систем: надежная работы систем связи.

1C:PLM: неустойчивая связь и хранение данных.

Выбранные системы: 3DEXPERIENCE, LOZMAN:PLM от Аскона за лучшее сочетание онлайн и офлайн режимов, поддержку облаков независимо от места нахождения.

5. Геопозиционирование и локализация предмета труда.

Teamcenter: обеспечивает связь с геоинформационными системами (ГИС) и синхронизацию координат местоположения с соответствующими параметрами предмета труда.

3DEXPERIENCE: полноценно интегрируется с GPS и ГЛОНАСС системами, отражая данные в реальном времени и обеспечивая точный мониторинг местоположения объектов.

LOZMAN:PLM от Аскона: ограниченная полевая телеметрия в мобильных условиях; требуются шлюзы для сбора данных от датчиков и геолокации.

T-FLEX PLM от Топ Систем: геопозиционирование предусмотрено, для телеметрии требует интеграции и разработки шлюзов.

1C:PLM: геопозиционирование доступно.

Выбранная система: 3DEXPERIENCE за интеграцию с современными средствами геопозиционирования и отображения данных в динамическом режиме.

6. Совместимость с оборудованием лесозаготовительных машин.

Teamcenter: поддерживает широкую линейку оборудования и инструментов, что облегчает интеграцию и совместное использование данных.

3DEXPERIENCE: отличается высокой степенью открытости и интеграции с различными видами промышленного оборудования.

LOZMAN:PLM от Аскона: имеется совместимость с лесозаготовочными машинами.

T-FLEX PLM от Топ Систем: совместимость с оборудованием лесозаготовок имеется.

1C:PLM: совместимость с лесозаготовочным оборудованием минимальная.

Выбранная система: Teamcenter за опыт успешного сотрудничества с производителями оборудования лесозаготовительными машинами зарубежных производителей, LOZMAN:PLM за наличие совместимости с лесозаготовительными машины.

7. Взаимодействие цифрового двойника и предмета труда.

Teamcenter: интегрируется с измерительными приборами и датчиками, передавая полученные данные в цифровую копию**.**

3DEXPERIENCE: обеспечивает взаимодействие, позволяя моделировать поведение предмета труда в различных ситуациях.

LOZMAN:PLM от Аскона: обеспечивает формирование цифровых данных, атрибутов сортимента и документооборота;.

T-FLEX PLM от Топ Систем: обеспечивается взаимодействие цифрового двойника и реального предмета.

1C:PLM: возможна доработка под структуру данных сортимента.

Выбранная система: 3DEXPERIENCE за моделирование и анализ поведения предмета труда.

8. Дополнительное обучение персонала.

Обеспечено по всем системам.

Таким образом, представленные в обзоре системы не в полной мере отвечают потребностям лесозаготовок и требуют существенной адаптации. При этом наиболее соответствующими требованиям может быть LOZMAN:PLM от Аскона либо комбинированный вариант, сохраняющий преимущество нормативной совместимости (ФГИС ЛК) для РФ – 1С:PLM, при этом подключающий полную аналитику и автоматизацию цифрового двойника – 3DEXPERIENCE. Отметим также, что зарубежные системы дороже российских.

Список источников

1. Якимович С. Б. Цифровые двойники (аналоги) в приложениях к задачам ЛПК // Цифровизация лесного комплекса и учета древесины : [сайт]. URL: https://my.mts-link.ru/122779507/4904798978/record-new/4769695287 (дата обращения: 10.10.2025).

2. Якимович С. Б. Цифровизация образования и производства лесопромышленного комплекса // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XVI Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 21–24 сентября 2021 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 69–73.

3. ЛОЦМАН:PLM Система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия. Обзор // Аскон : [сайт]. URL: https://clck.ru/3S3hQv (дата обращения: 27.10.2025).

4. PLM-системы: управление жизненным циклом продуктов // Корус : [сайт]. URL: https://korusconsulting.ru/infohub/plm-sistemy-product-lifecycle-management/ (дата обращения: 27.10.2025).

5. 3DEXPERIENCE система для управления полным циклом производства изделия // Cadis : [сайт]. URL: https://www.cad-is.ru/blog_post/3dexperience (дата обращения: 25.10.2025).

Научная статья
УДК 674.817

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ДЛЯ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Руфь Романовна Литвин[1], Владислав Дмитриевич Эскин[2], Валерия Романовна Эскина[3], Анна Ивановна Криворотова[4]
[1–4] Сибирский государственный университет науки и технологий имени М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] ruff-elena@mail.ru
[2] vladislaweskin@gmail.ru
[3] leria.hurricane@mail.ru
[4] tkmkai@mail.ru

Аннотация. В работе проведен анализ свойств стружечно-корьевых плит в сравнении со свойствами традиционных древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит на основе карбамидоформальдегидных смол.

Ключевые слова: стружка, кора, прочность, плитный материал, экологичность

Для цитирования: Сравнительный анализ свойств стружечных плит для мебельного производства / Р. Р. Литвин, В. Д. Эскин, В. Р. Эскина, А. И. Криворотова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 462–465.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF PARTICLE BOARD FOR FURNITURE MANUFACTURING

Ruf R. Litvin[1], Vladislav D. Eskin[2], Valeria R. Eskina[3], Anna I. Krivorotova[4]
[1–4] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] ruff-elena@mail.ru
[2] vladislaweskin@gmail.ru
[3] leria.hurricane@mail.ru
[4] tkmkai@mail.ru

Abstract. The paper analyzes the properties of particle-bark boards in comparison with the properties of traditional wood chipboards and wood-fiber boards based on urea-formaldehyde resins.

© Литвин Р. Р., Эскин В. Д., Эскина В. Р., Криворотова А. И., 2026

Keywords: wood chips, bark, strength, board material, environmental friendliness

For citation: Sravnitel`ny`j analiz svojstv struzhechny`x plit dlya mebel`nogo proizvodstva [Comparative analysis of the properties of particle board for furniture manufacturing] (2026) R. R. Litvin, V. D. Eskin, V. R. Eskina, A. I. Krivorotova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian 5 (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 462–465. (In Russ).

В настоящее время древесно-стружечные плиты (ДСтП) и древесно-волокнистые плиты (ДВП) широко применяются в мебельном производстве, как при изготовлении корпусной мебели серийного цикла, так и при выполнении индивидуальных дизайнерских заказов. Использование этих материалов, с одной стороны, позволяет производить мебель по доступным ценам, за счет чего возможно обеспечить высокий потребительский спрос на мебельные изделия, а с другой стороны, дает возможность воплощать практически любые творческие решения, создавая неординарные конструкции или целые линейки мебельных изделий. Это возможно благодаря сочетанию физико-механических свойств, которые присущи данным плитным материалам: прочность, стойкость к воздействию воды и влаги, долговечность. Однако их основным недостатком является токсичность, обусловленная содержанием в их составе синтетических смол на основе формальдегида, выделения которого из мебели происходит, как при ее изготовлении, так и в процессе использования.

В данной работе в качестве возможной альтернативы древесно-стружечным и древесно-волокнистым плитам рассмотрен стружечно-корьевой композиционный плитный материал, изготовленный без применения связующих веществ.

Кора как отход образуется на большинстве технологических потоках деревоперерабатывающих производств. Свойства коры как сырья для получения продукции различного назначения, в том числе плитных материалов, достаточно неоднозначны, что сдерживает развитие технологий по ее переработки [1]. В настоящее время развитие современных способов переработки древесного сырья делает возможным ее применение в производстве различного вида материалов.

Одним из таких способов изготовления плитного материала из коры и отходов фанерного производства является способ изготовления стружечно-корьевой плиты предложенный авторами в работе [2]. Порядок операций при получении плиты следующий: измельчение коры, кавитационная обработка для получения гомогенной корьевой массы, смешивание со стружкой – армирующим элементом, изготовленной из карандашей и шпона-рванины, горячее прессование, обрезка в формат, придание декоративных свойств.

В работе [3] представлена оценка свойств разработанной стружечно-корьевой плиты. Отмечено, что использование стружки, изготовленной из отходов фанерного производства и имеющей влажность от 90 до 120 %, позволяет получить плитный материал плотностью 750 кг/м^3 толщиной 16 мм с высокими физико-механическими свойствами, удовлетворяющими требованиям стандарта для древесно-стружечных плит, используемых в сухих условиях, который может применяться как экологически безопасный аналог ДСтП.

Для проведения сравнительного анализа свойств разрабатываемых плит с древесноволокнистыми плитами были изготовлены образцы плитного корьевого материала плотностью 730 кг/м^3 толщиной 10 мм на основе гомогенной корьевой массы, полученной путем кавитационной обработки измельченной коры.

В таблице представлены физико-механические показатели рассматриваемых плитных материалов. Для проведения сравнительного анализа использовались значения показателей древесно-стружечных плит марки Р-2 толщиной 16 мм по ГОСТ 10632-2014 и древесно-волокнистых плит марки НТ по ГОСТ 4598–2018.

Физико-механические показатели исследуемых плит

Материал	Плотность, кг/м^3	Прочность при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, МПа
ДСтП	660	15,80	0,38
ДВП	700	16,74	0,30
Стружечно-корьевая плита (СКП)	750	17,10	0,42
Корьевая плита (КП)	730	17,30	0,57

На рис. 1 и рис. 2 представлены гистограммы сравнительного анализа свойств ДСтП и ДВП с разрабатываемыми плитами.

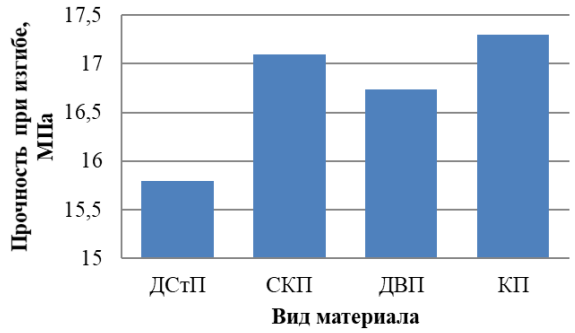


Рис. 1. Прочность при статическом изгибе

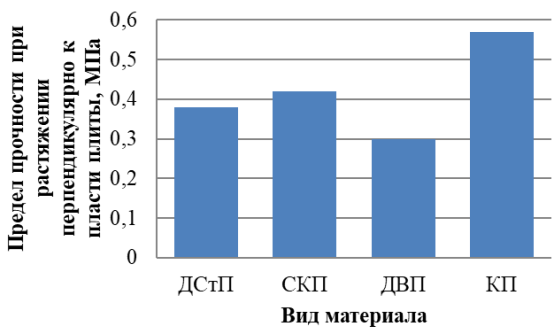


Рис. 2. Предел прочти при разрыве перпендикулярно к пласти

Таким образом, можно сделать вывод, что разрабатываемые плиты на основе коры и стружки имеют достаточно высокие показатели физико-механических свойств, соответствующие требованиям стандартов и при этом обладающие экологической чистотой в виду отсутствия в составе связующих синтетических веществ.

Список источников

1. Каримов И. Р., Фахрутдинов Р. Р., Гизатуллина Л. И. Анализ химического состава и физических свойств древесной коры // Модели и методы повышения эффективности инновационных исследований : сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 03 декабря 2019 г. Т. 3. Воронеж : Омега сайнс, 2019. С. 56–58.

2. Патент № 2846517 C1 Российская Федерация, МПК B27N 3/04. Стружечно-корьевая плита : заявл. 26.12.2024 : опубл. 08.09.2025 / А. И. Криворотова, В. Д. Эскин ; заявитель Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева. EDN UHZPLM

3. Оценка влияния соотношения компонентов на свойства стружечно-корьевой плиты / А. И. Криворотова, В. Д. Эскин, Р. Р. Литвин, В. Р. Эскина // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. 43, № 5. С. 86–93. DOI: 10.53374/1993-0135-2025-5-86-93. EDN SHFHYV

Научная статья
УДК 674.419:674.815

ТРЕНДОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДИЗАЙНЕ МЕБЕЛИ И ИНТЕРЬЕРОВ

Виктор Иванович Лотоцкий[1], Наталья Викторовна Лотоцкая[2], Лариса Викторовна Пономаренко[3], Екатерина Валентиновна Кантиева[4]
[1–4] Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия
[1] viktor.lototskiy2009@gmail.com
[2] nata.lototsckaya@yandex.ru
[3] ponomarenko.lara@mail.ru
[4] ekantieva@mail.ru

Аннотация. В плетеной мебели современный дизайн сочетает в себе натуральность, уют и актуальные тренды, выходя далеко за рамки традиционных дачных интерьеров. Она стала универсальным инструментом для создания стильного и комфортного пространства в доме и неповторимой авторской мебели и интерьеров.

Ключевые слова: мебель, дизайн, древесная и бумажная лоза, ротанг

Для цитирования: Трендовые материалы в дизайне мебели и интерьеров / В. И. Лотоцкий, Н. В. Лотоцкая, Л. В. Пономаренко, Е. В. Кантиева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 466–471.

© Лотоцкий В. И., Лотоцкая Н. В., Пономаренко Л. В., Кантиева Е. В., 2026

Original article

TREND MATERIALS IN DESIGN OF FURNITURE AND INTERIORS

Viktor I. Lototsky[1], Natalya V. Lototskaya[2], Larisa V. Ponomarenko[3], Ekaterina V. Kantieva[4]

[1–4] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

[1] viktor.lototskiy2009@gmail.com

[2] nata.lototsckaya@yandex.ru

[3] ponomarenko.lara@mail.ru

[4] ekantieva@mail.ru

Abstract. In rattan furniture, modern design combines naturalness, coziness, and current trends, going far beyond traditional country house interiors. It has become a universal tool for creating stylish and comfortable spaces in the home and unique author's furniture and interiors.

Keywords: furniture, design, wood and paper vine, rattan

For citation: Trendovy`e materialy` v dizajne mebeli i inter`erov [Trend materials in design of furniture and interiors] (2026) V. I. Lototsky, N. V. Lototskaya, L. V. Ponomarenko, E. V. Kantieva. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 466–471. (In Russ).

Мы живем в век стремительно развивающихся материалов и технологий во всех отраслях народного хозяйства, в т. ч. и мебельной индустрии. В начале XX в. появляются разработки в области генерации и передачи электроэнергии, а уже в начале XXI в. мир захватывает искусственный интеллект. И действительно, стали с огромной скоростью «расти» города и отвоевывать у природы новые территории, количество лесопарковых зон стремительно уменьшается. Нас окружают высотные дома из стекла, бетона и металла. И тут хотелось бы отметить, что на пороге XXI в. дизайнеры мебели и интерьером тоже впечатлялись этими материалами и создавали свои проекты в стекле, бетоне и металле. В этом стремительно развивающемся мире человек постепенно устает и ищет возможность прикоснуться к истокам, к тому, откуда мы собственно и пришли – природе, древесине и натуральным материалам [1].

Разработка мебели из массивной древесины – это классика, которая всегда будет в моде и которая указывает на высокий статус ее обладателя. Однако на повестке сегодняшних дизайнеров ставятся вопросы не только

использования натуральных и экологически чистых материалов при воплощении своих идей, но и вопросы снижения негативного воздействия на природу и безотходного потребления природных ресурсов. Один из факторов, способствующих распространению эко-трендов, – повышение экологической культуры общества. Люди становятся более информированными о проблемах окружающей среды и осознают свою ответственность за ее сохранение. Большинство людей хочет жить в здоровой и чистой среде, поэтому они готовы приложить усилия для ее сохранения [2].

Например, изготовление мебели из картона [3] (рис. 1) позволяет не загрязнять атмосферу и окружающую среду и значительно экономить природные ресурсы. Но такая мебель в большей степени интересна молодежи и общественным учреждениям.

С каждым днем удивить потребителей становится все труднее, и дизайнеры постоянно ищут новые материалы, технологии и возможности для создания мебели и интерьеров, где поверхности материалов имеют исключительные текстуры, благодаря чему нам приятно их рассматривать, расслабляться. В нашем сознании создается атмосфера комфорта, тепла и уюта, т. е. возникает положительная энергетика для человека. Широкое распространение получила концепция интерьерного проектирования, ориентированная на дизайн среды обитания и мебельных изделий с использованием экологически чистых, натуральных материалов, вместо пластмасс и искусственных материалов. Этим требованиям соответствует плетеная мебель. Она всегда привлекала к себе внимание своей легкостью, простотой, изяществом и прелестью, она эстетична, приятная на ощупь, обладает внутренним теплом, подойдет практически к любому интерьеру: деревенский эко-стиль, этнический бохо, скандинавская классика и т. п.

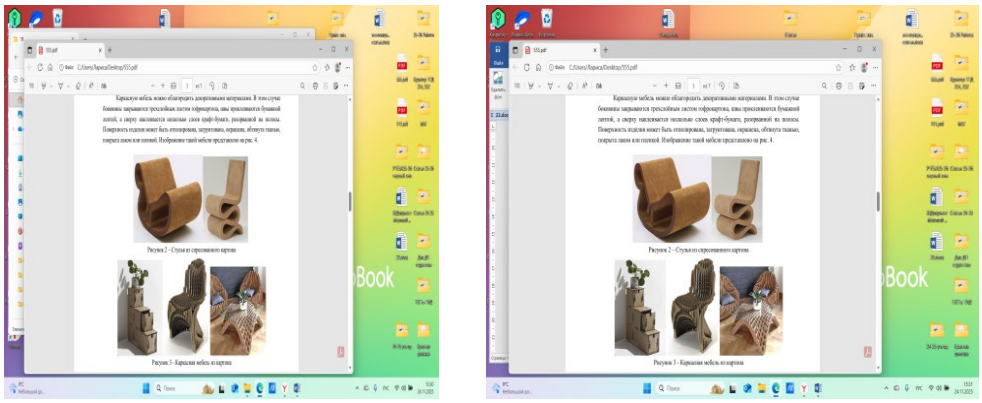


Рис. 1. Мебель из картона

Основными материалами в производстве плетеной мебели и аксессуаров являются лоза и ротанг [4]. Кроме них можно назвать еще целый ряд интересных материалов: бумажная лоза, бамбук, береста, тростник и даже корни деревьев.

В России плетеная мебель получила развитие в начале 2000-х гг. Поскольку лианы у нас не произрастают, вспомнили об ивовой лозе (рис. 2). Изделия из ивовой лозы экологичны, красиво выглядят, хорошо гармонируют с другими материалами, но надо помнить, что это древесина, которая гигроскопична, может легко впитывать и отдавать влагу.



а *б*

Рис. 2. Материалы и изделия:
а – ивовый прут; *б* – корзина из цельного ивового прута

Ротанг представляет собой высушенные и обработанные определенным образом лианы пальмы Каламус [5]. На самом деле ротанг был обнаружен при раскопках в Египте и древнем Риме в формате домашней утвари, сундуков, частей колесниц.

Как не парадоксально, но мебель из ротанга сегодня в России более популярна в сравнении с ивовой лозой. Стебли ротанга бывают разных размеров, больших и малых диаметров. Естественно, что в первом случае они используются как конструкционный материал, выдерживающий значительные нагрузки, во втором – для декоративных элементов и менее ответственных изделий (рис. 3).



а *б*

Рис. 3. Материалы и изделия:
а – прутья ротанга; *б* – мебель из ротанга

Современные дизайнеры при создании новых интерьеров активно внедряют изделия и аксессуары из бумажной лозы (рис. 4). Бумажная лоза как уникальный биоматериал обладает рядом характеристик, делающих ее

привлекательной для дизайнеров. Такой экологический дизайн не только способствует минимизации воздействия на окружающую среду, но и открывает новые возможности для самовыражения.



а *б* *в*

Рис. 4. Материалы и изделия:
а – бумажная лоза; *б* – корзинка из бумажной лозы;
в – кресло из бумажной лозы

Бумажная лоза представляет собой инновационный материал, обладающий уникальными свойствами, такими как легкость, прочность и экологичность. С использованием данного материала можно создать эстетические, эргономические и функциональные изделия мебели и интерьера, которые будут обладать уникальным дизайном и яркой индивидуальностью.

Методика изготовления изделий из бумажной лозы не что иное как интеграция креативности и технологий декоративного прикладного творчества в повседневный мир. Благодаря легкости и гибкости бумажной лозы возникла возможность изготовления изделий, которые удовлетворят потребности самых изысканных потребителей любой возрастной категории, а также представителей всех социальных классов нашего общества. Также этот материал можно использовать для создания отдельных зон в жилых помещениях для домашних питомцев. Бумажная лоза как конструкционный материал позволяет создавать достаточно прочные изделия разных цветов, текстур и форм.

Мы живем в условиях быстро меняющегося климата, глобальных наводнений, пожаров. Все это приводит к истощению природных ресурсов. Последние указы нашего правительства направлены на актуализацию устойчивого и комплексного потребления природных ресурсов. В этом контексте также проявляется актуальность бумажной лозы как материала, полученного из вторичного сырья и способного к полному разложению после эксплуатации, превращаясь в натуральные компоненты окружающей среды.

Изготовление мебели из бумажной лозы безусловно современное и актуальное направление, которое совмещает в себе функциональность, индивидуализм, экологичность. Работа по изготовлению мебели и декора из бумажной лозы, а также использование данных изделий формирует экологическое сознание населения и его гармонизацию с природной экосистемой.

Список источников

1. Сравнительное изучение технологических характеристик при облагораживании щитов строганым и файн-лайн шпонами / Л. В. Пономаренко, Е. В. Кантиева, А. Ю. Мануковский, О. А. Пузанова, П. Б. Рябухин // Системы. Методы. Технологии. 2025. № 2 (66). С. 134–142.

2. Зубцова А. В. Эко-тренд в оформлении культурных и общественных пространств : магистерская диссертация по направлению подготовки // Электронная библиотека : [сайт]. URL: https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/-services/Download/vital:18688/SOURCE01 (дата обращения: 25.10.2025).

3. Бурчакова Т. Л., Пономаренко Л. В., Кантиева Е. В. Функциональная и экологичная мебель из картона // Циркулярная экономика для целей устойчивого развития отраслей и территорий : материалы Национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2024. С. 59–65.

4. Какие материалы используются в технологии плетения изделий и аксессуаров // Корзина : [сайт]. URL: https://www.2kkorzina.ru/article/-link/kakie-materialy-ispolzuyutsya-dlya-pleteniya-krome-lozy-i-rotanga/ (дата обращения: 24.11.25).

5. Ротанг: что это за материал и как выбрать мебель из него // Диван : [сайт]. URL: https://www.divan.ru/idei-i-trendy/cto-takoe-rotang (дата обращения: 24.11.25).

Научная статья
УДК 674.2

ОТДЕЛОЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ ПЛАСТИНЫ С ВОЛНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ ИЗ МЯГКОЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Александр Андреевич Лукаш[1], Дмитрий Максимович Максименко[2], Екатерина Владимировна Сивакова[3]
[1–3] Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия
[1] mr.luckasch@yandex.ru
[2] ttazikofficial@mail.ru
[3] savinasamolina@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована возможность изготовления декоративных пластин из мягколиственной древесины, приведен способ повышения их декоративности путем создания внутренней волнистой структуры с чередующимся слоями лущеного шпона разных пород и цвета.

Ключевые слова: волнистость, структура, шпон, эстетический вид

Для цитирования: Лукаш А. А., Максименко Д. М., Сивакова Е. В. Отделочные декоративные пластины с волнистой структурой из мягколиственной древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 472–475.

Original article

DECORATIVE FINISHING PLATES WITH A WAVY STRUCTURE MADE FROM SOFTWOOD

Alexander A. Lukash[1], Dmitry M. Maximenko[2], Ekaterina V. Sivakova[3]
[1–3] Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia
[1] mr.luckasch@yandex.ru
[2] ttazikofficial@mail.ru
[3] savinasamolina@mail.ru

Abstract. The article substantiates the possibility of producing decorative plates from softwood, and provides a method for increasing their decorative effect by creating an internal wavy structure with alternating layers of peeled veneer of different species and colors.

Keywords: wavy, structure, veneer, aesthetic appearance

© Лукаш А. А., Максименко Д. М., Сивакова Е. В., 2026

For citation: Lukash A. A., Maximenko D. M., Sivakova E. V. (2026) Otdelochny`e dekorativny`e plastiny` s volnistoj strukturoj iz myagkolistvennoj drevesiny` [Decorative finishing plates with a wavy structure made from softwood]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 472–475. (In Russ).

Мягколиственная древесина не обладает хорошими эксплуатационными показателями. Ее прочностные показатели ниже аналогичных показателей хвойной и твердолиственной древесины. По эстетическим свойствам из-за однородности текстуры она значительно проигрывает древесине ценных в техническом отношении пород.

Низкие прочностные показатели мягколиственной древесины обуславливают сферу ее использования в качестве отделочных материалов для жилых помещений. В хвойной древесине красоту текстуры хороший эстетический вид обеспечивают чередующиеся полосы поздней древесины и светлые полосы ранней.

В промышленно развитых странах Западной Европы замечена тенденция к увеличению объемов переработки мягколиственной древесины из-за меньших сырьевых затрат, обусловленных уменьшенными в два раза сроками выращивания по сравнению с хвойной древесиной. Итальянская фирма ALPI на протяжении длительного времени изготавливает из мягколиственной древесины шпон, имитирующий текстуру ценных пород.

Согласно технологии производства шпона «файн-лайн», листы лущеного шпона окрашивают в ваннах с красителями, а затем сушатм [1]. При склеивании блоков чередуют окрашенные и неокрашенные листы лущеного шпона, после чего производят раскрой на листы (рис. 1). Чередующиеся окрашенные (темные) и неокрашенные (светлые) слои лущеного шпона имитируют древесину ценных пород с ярковыраженной текстурой, а получаемый шпон по технологии «файн-лайн» имеет прямолинейную структуру.



а *б*

Рис. 1. Схема изготовления отделочных материалов
из лущеного шпона мягколиственной древесины:
а – склеивание чередующихся слоев в блоки; *б* – раскрой на листы

Для обеспечения возможности использования древесины невыразительной с однородной текстурой в качестве отделочных материалов необходимо улучшить ее внешний вид. Как известно, волнистость однородной текстуры карельской березы делает отделываемую поверхность из нее высоко эстетичной и изысканной (рис. 2).

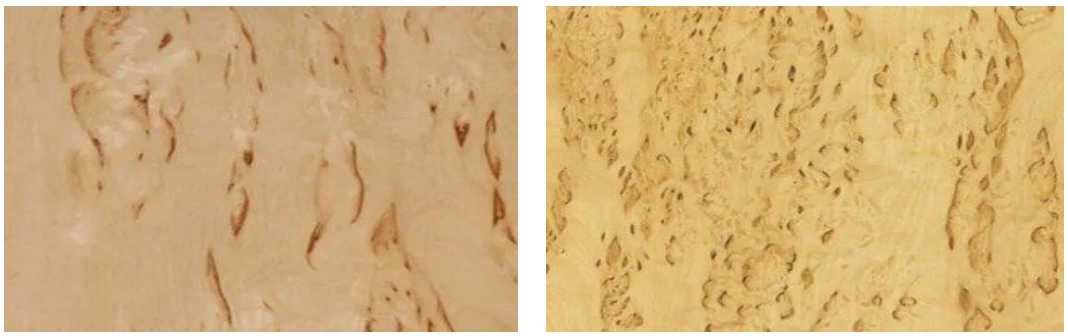


Рис. 2. Волнистость однородной текстуры карельской березы

Известен способ изготовления декоративных пластин из лущеного шпона мягких лиственных пород древесины [2]. Однако для его изготовления потребуется применение сложных по конструкции и изготовлению пресс-форм, а также окрашивание водными красителями лущеного шпона, что значительно усложняет и удорожает технологический процесс за счет применения водных красителей для древесины, а также необходимости сушки окрашенного лущеного шпона. Поэтому авторами разработан более простой и совершенный способ изготовления декоративных пластин с волнистой структурой из листов лущеного шпона мягких лиственных пород. Волнистость структуры придают внутренние элементы, а имитация текстуры хвойных пород обеспечивается применением шпона разных пород и цвета. Схема реализации данного способа показана на рис. 3.

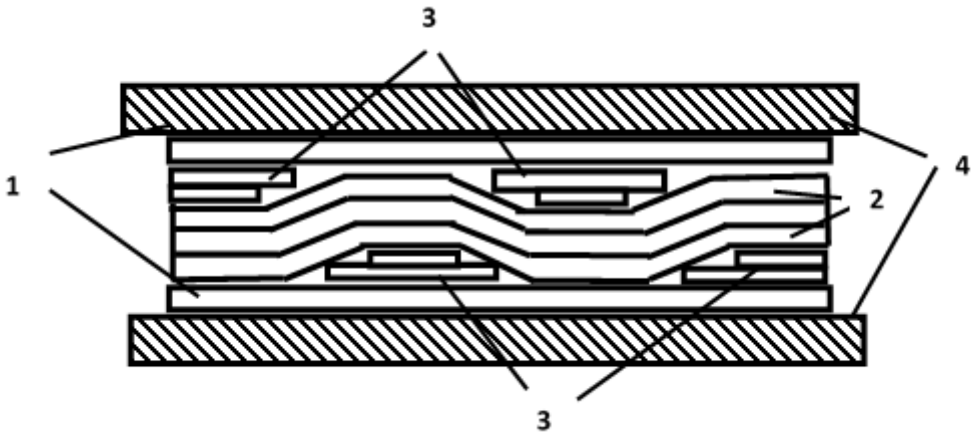


Рис. 3. Схема реализации способа получения волнистой структуры пакета лущеного шпона при его склеивании:
1 и *2* – соответственно наружные и внутренние слои пакета лущеного шпона;
3 – внутренние элементы из шпона; *4* – плоские плиты пресса

Изготовленная данным способом декоративная пластина обладает высоким эстетическим видом и изысканностью (рис. 4).



Рис. 4. Отделочная декоративная пластина с волнистой ярковыраженной структурой из мягколиственной древесины

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшей сферой применения мягколиственной древесины является производство отделочных материалов, где не требуются высокие прочностные показатели.

2. Авторами предложен способ изготовления декоративных пластин с волнистой структурой из листов лущеного шпона мягких лиственных пород. Волнистость структуры придают внутренние элементы, а имитация текстуры хвойных пород обеспечивается применением чередующихся листов лущеного шпона разных пород и цвета.

3. Волнистость и ярко выраженность текстуры обеспечивает отделываемой поверхности высокий эстетический вид и изысканность.

Список источников

1. Вараксин В. В. Использование реструктурированного шпона (файнлайн) для облицовывания щитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материлы XIII Всеросской науно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». Екатеринбург, 2017. С. 60–62.

2. Патент № 16540 Республика Беларусь, МПК B 27 M 3/04, B 27 M 3/06 (2006.01) Описание изобретения к патенту. Способ изготовления декоративных пластин из лущеного шпона мягких лиственных пород древесины / Л. В. Игнатович, А. В. Шишов, С. А. Осоко, М. М. Мещерякова ; заяв. и патентообл. Белорусский государственный технологический университет. № a 20080589 ; заявл. 2008.05.08 ; опубл. 2009.12.30. 4 с.

Научная статья
УДК 674-419.3

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ

Наталья Михайловна Мансурова[1], Иван Юрьевич Алексеев[2], Максим Владимирович Газеев[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mansurova.natallia@mail.ru
[2] IvanAlex.112@yandex.ru
[3] gazeevmv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются общие проблемы, возникающие на предприятиях по выпуску клееной слоистой продукции на основе древесины. Анализ проблем приведен на примере современного инвестиционного проекта ООО «Синергия» по созданию высокотехнологичного деревообрабатывающего производства по выпуску фанеры.

Ключевые слова: фанера, проблемы производства, Синергия

Для цитирования: Мансурова Н. М., Алексеев И. Ю., Газеев М. В. Актуальные проблемы производства фанеры // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России= Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 476–478.

Original article

CURRENT ISSUES IN PLYWOOD PRODUCTION

Natalya M. Mansurova[1], Ivan Yu. Alexeev[2], Maxim V. Gazeev[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mansurova.natallia@mail.ru
[2] IvanAlex.112@yandex.ru
[3] gazeevmv@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the common issues encountered at enterprises producing wood-based laminated products. The analysis of the problems is given on the example of a modern investment project of “Synergy” LLC for the creation of a high-tech woodworking production for the production of plywood.

Keywords: plywood, production issues, Synergy

© Мансурова Н. М., Алексеев И. Ю., Газеев М. В., 2026

For citation: Mansurova N. M., Alexeev I. Yu., Gazeev M. V. (2026) Aktual`ny`e problemy` proizvodstva fanery` [Current issues in plywood production]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian 6 (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 476–478. (In Russ).

Деревообрабатывающее предприятие ООО «Синергия» в г. Верхняя Тура Свердловской области начало свою работу в 2023 г. и является крупным инвестиционным проектом по созданию высокотехнологичного деревообрабатывающего производства с объемом вложенных собственных и заемных инвестиций 22442,4556 млн руб. [1]. Созданное производство фанеры и пиломатериалов с количеством 990 рабочих мест должно придавать импульс для экономического и социального развития производства и региона в целом, но сложившаяся на рынке ситуация не позволяет обеспечивать вышесказанного, и на предприятии присутствует ряд проблем.

Цель работы – выполнить анализ проблем при производстве фанеры.

Проблемы, которые возникают при производстве фанеры, можно выделить в следующие блоки:

1) обеспеченность сырьем;

2) управление запасами сырья;

3) управление производством;

4) сбыт продукции.

Если рассматривать обеспеченность сырьем фанерных предприятий, то можно выделить зависимость от поставщиков, что, в свою очередь, приводит к проблемам с ценой, качеством и сроками поставки.

Сезонность заготовки древесины также может создавать дефицит сырья в определенные периоды и избыток в другие.

Логистические издержки при доставке древесины в отдаленном районе могут быть дорогими и сложными, что также ведет к росту цены на конечную продукцию.

Не смотря на собственную лесозаготовительную базу с объемом заключенных договоров аренды лесных участков 1324 тыс. м^3 в ООО «Синергия» можно выделить проблему, связанную с задержками поставки сырья, ввиду внедрения современной информационной системы ФГИС ЛК.

Управление запасами сырья имеет ряд проблем:

– хранение больших объемов сырья требует значительных складских площадей и ресурсов;

– выпуск широкого ассортимент фанерной продукции усложняет управление запасами и требует эффективной системы планирования;

– древесина является биологически не стойким материалом и чувствительным к влажности и перепадам температур, что может приводить к ее порче при неправильном хранении.

Сложность управления производственным процессом:

– производство фанеры включает ряд сложных технологических операций, которые требуют точного планирования и координации и соблюдения технологического регламента производства продукции на всех технологических переделах при изготовлении продукции;

– прогрессивное оборудование, применяемое на предприятиях, требует высокого уровня квалификации кадров, который за частую является дефицитом;

– необходимость оптимизации перемещения материалов и полуфабрикатов между участками производства для минимизации временных затрат;

– тесная взаимосвязь производственных подразделений с отделами закупок, продаж и логистики.

Сбыт фанерной продукции является проблемой в сложившейся на сегодняшний день ситуации.

Отсутствие информации о логистических операциях и процессах может затруднять планирование и контроль сбыта. Внутренний рынок фанеры может быть подвержен колебаниям спроса, вызванным экономическими факторами. Большинство производств фанерной продукции в России было ориентировано на экспорт, но следует учесть факт, что объем выпуска фанеры в России в 2023 г. составил 3,258 млн м^3, в 2024 г. – 3,425 млн м^3. Ввод новых предприятий, одобренных для получения государственной поддержки в период с 10.06.2022 по 9.04.2024 гг., предусматривает создание ряда заводов с совокупной мощностью по фанере – 418 тыс. м^3 [2]. В сложившейся ситуации Российский рынок физически не может поглотить такой объем продукции, что является актуальной проблемой, требующей поиска ее решения.

Список источников

1. ООО «Синергия» «Создание высокотехнологичного деревообрабатывающего производства на территории Свердловской области» // Министерство промышленности и науки Свердловской области : [сайт]. URL: https://mpr.midural.ru/deyatelnost/investprojects/investproekty/sinergia.php (дата обращения: 01.12.2025).

2. Полянская О. А., Тамби А. А. Необходимость коррекции мер поддержки деревообрабатывающих предприятий по критерию производства продукции с высокой добавочной стоимостью // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 17–22.

Научная статья
УДК 674.2

МЕТОДЫ СКЛЕИВАНИЯ ПЛИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Руслан Михайлович Маслак[1], Максим Владимирович Газеев[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] r89089190134@yandex.ru
[2] gazeevmv@usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные методы склеивания по пласти плитных древесных материалов, применяемых в промышленности для изготовления изделий, эксплуатируемых в нормальных условиях. Проведен анализ достоинств и недостатков применяемых клеев, методов склеивания и оборудования.

Ключевые слова: клей, склеивание, ДСтП, МДФ, фанера

Для цитирования: Маслак Р. М., Газеев М. В. Методы склеивания плитных древесных материалов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 479–483.

Original article

METHODS OF GLUING BOARD WOOD-BASED MATERIALS

Ruslan M. Maslak[1], Maxim V. Gazeev[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] r89089190134@yandex.ru
[2] gazeevmv@usfeu.ru

Abstract. The article discusses the main methods of gluing wood materials used in industry for the manufacture of products operated under normal conditions. The advantages and disadvantages of the applied glues, gluing methods and equipment are analyzed.

Keywords: glue, gluing, particleboard, MDF, plywood

For citation: Maslak R. M., Gazeev M. V. (2026) Metody` skleivaniya plitny`x drevesny`x materialov [Methods of gluing board wood-based materials]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific

© Маслак Р. М., Газеев М. В., 2026

creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 479–483. (In Russ).

Плитные древесные материалы широко применяются в деревообрабатывающей промышленности как альтернатива пиломатериалу. Использование плитных материалов позволяет существенно сократить и ускорить производственный процесс. В зависимости от требований к изделиям, выбираются материалы с соответствующими характеристиками. Плитные древесные материалы (МДФ, ДСтП, фанера, OSB (ОСП), LVL…) обладают рядом преимуществ, их проще транспортировать, хранить, они технологичны в процессе производства.

Современные подходы к конструированию изделий из древесных материалов включают комбинирование однородных разнотолщинных материалов, для придания необходимых форм и размеров заготовок и комбинирования разнородных древесных материалов, для улучшения физико-механических характеристик деталей и изделий. Примеры заготовок из плитных древесных материалов для изготовления деталей межкомнатных дверей, интерьерных декоративных реек, деталей мебели показаны на рис. 1.

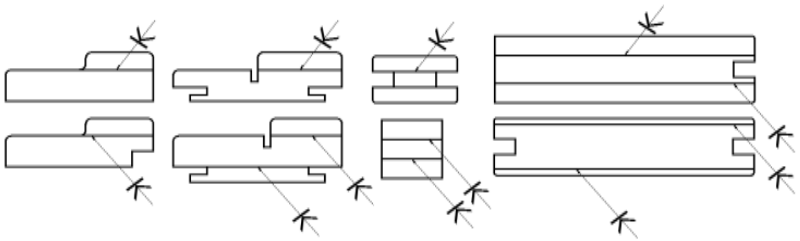


Рис. 1. Примеры профилей клееных заготовок

Важную роль в процессе формирования таких заготовок играет метод склеивания и используемое оборудование, тип клея, виды склеиваемых материалов и параметры режима склеивания. Составляющие подбираются из конкретных условий – требования к изделию, производственные и экономические возможности, целесообразность выбранного метода склеивания и оборудования. Оптимальный выбор всех составляющих будет влиять на экономическую эффективность всего производственного процесса, поскольку склеивание является «узким» местом в технологическом процессе производства изделий из древесины и древесных материалов, для ускорения этого процесса применяют различное оборудование (позиционного и проходного типа) и способы интенсификации.

Подходя к вопросу целесообразности конкретного решения, необходимо учитывать заданную производительность, прямые и косвенные затраты, наличие производственных площадей. Метод склеивания заготовок

в основном определяет используемое оборудование [1]. Самые распространенные виды оборудования для склеивания:

1. Вайма с пневматическим или гидравлическим прессующим механизмом (рис. 2).



Рис. 2. Пневматическая и гидравлическая ваймы

При склеивании на вайме применяют клеи холодного отверждения. Преимущества: доступность оборудования, простота использования и обслуживания, небольшое электропотребление. Недостатки: ограничения по размерам и форме заготовок, неточное позиционирование, низкая производительность, значительное использование ручного труда.

2. Пресс гидравлический (рис. 3).



Рис. 3. Гидравлический пресс

Для изготовления клееных заготовок хорошо зарекомендовал себя гидравлический пресс с несколькими этажами. Гидравлический пресс хорошо подходит для склеивания древесных плит и профильных заготовок с использованием систем позиционирования [2]. Прессе с возможностью нагрева позволяет интенсифицировать процесс склеивания изделий из древесных материалов, в случае применения термореактивных клеев, что придает универсальность оборудованию, увеличивает его производительность. Преимущества: небольшое электропотребление (при холодном склеивании), высокая производительность. Недостатки: высокая стоимость

оборудования, большое электропотребление (при горячем склеивании), требует компетенций рабочих во время работы и обслуживания, значительное использование ручного труда.

3. Линия склеивания проходного типа (рис. 4) позволяет достаточно точно позиционировать погонажные заготовки разной ширины во время склеивания с помощью прижимных роликов.



Рис. 4. Линия склеивания

Склеивание осуществляется с помощью термопластичных клеев (клеев-расплавов). Преимущества: высокая производительность. Недостатки: ограничения по размерам и форме заготовок, ограничения по толщине заготовок (≤10 мм), приклеиваемых сверху, значительное электропотребление (от 12 кВт/ч), высокая стоимость оборудования, требует компетенций рабочих во время работы и обслуживания.

В современной промышленности для изготовления клееных заготовок из плитных древесных материалов применяют термореактивные, термопластичные и клеи холодного отверждения [3].

Среди термореактивных клеев хорошо себя зарекомендовали клеевые составы на основе карбамидоформальдегидных смол КФ-МТ, КФ-Ж, КФ-БЖ, которые применяются при склеивании на горячих гидравлических прессах. Преимущества: низкая цена, стойкость к отрицательным температурам (до –10 °С), длительная жизнеспособность смол, длительное время открытой выдержки, термостойкость клеевого соединения. Недостатки: активное выделение формальдегида во время склеивания, для отверждения требуются дополнительные затраты на нагрев, при нагреве заготовок в них возникают внутренние напряжения, длительное время технологической выдержки для остывания склеенных заготовок, в отвержденном состоянии этим клеям свойственна хрупкость, возрастающая по мере старения клеевого шва [3].

Среди термопластичных клеев широкое применение получили клея на основе этиленвинилацетата (ЭВА-расплавы), которые применяются при проходном способе склеивания. Преимущества: морозостойкость, длительная жизнеспособность клея, в процессе склеивания не возникают

внутренние напряжения, не требуется длительная технологическая выдержка после склеивания. Недостатки: высокая цена, низкая термостойкость, низкая когезионная прочность на статический изгиб, для достижения рабочей вязкости клея требуются дополнительные затраты на его нагрев, высокая температура нагрева (140–200 °С) клея и частей оборудования представляет опасность для рабочих [3].

Среди клеев холодного отверждения хорошо себя зарекомендовали клеевые составы на основе поливинилацетата (ПВА), которые применяются при склеивании на любых видах прессов. Преимущества: экологичность, длительная жизнеспособность, в среднем до шести месяцев, среднее время открытой выдержки 5 мин. Недостатки: длительное время технологической выдержки склеенных заготовок, низкая теплостойкость [3].

Реже на практике применяется продукт совместной конденсации карбамида и меламина с формальдегидом в присутствии с поливинилацетатной дисперсии. Такое сочетание компонентов клеевой композиции называется карбамидополивинилацетатный клей, в частностиь клей КС-В-СК (ТУ 6-05-211-1006-79). Полученные совмещенные композиции имеют лучше показатели по водостойкости, теплостойкости и способности клеев выдерживать длительные нагрузки [4, с. 8].

Таким образом, опираясь на вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для выбора метода склеивания заготовок из древесных материалов не существует универсального решения. Выбранная технология склеивания должна учитывать все аспекты, связанные с особенностями продукта, технической оснащенностью, производственной мощностью и экономическим эффектом. Применяемые на сегодняшний день клеи и способы склеивания не лишены недостатков, поэтому совершенствование технологии склеивания, направленное на увеличение производительности и получение экономического эффекта, при сохранении качества склеивания является актуальным и перспективным направлением.

Список источников

1. Глебов И. Т. Перспективное оборудование для склеивания древесины. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. С. 102–109.

2. Маслак Р. М. Системы позиционирования для склеивания деталей сложной формы // Вестник науки. 2025. Т. 2, № 5 (86). С. 970–978.

3. Стадник Л. Н., Чернышев А. Н., Мещерякова А. А. Материалы мебельного производства. Воронеж : Воронеж. гос. лесотехн. академ., 2011. 200 с.

4. Разиньков Е. М., Пономаренко Л. В. Процессы склеивания и облицовывания древесины и древесных материалов. Воронеж : Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова, 2004. 298 с.

Научная статья
УДК 62-192

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ВОЗБУЖДАЕМЫХ КРИВОШИПНО-КУЛИСНЫМ МЕХАНИЗМОМ

Екатерина Александровна Парунина[1], Нелли Валерьевна Куцубина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] alvestgd@yandex.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования динамических воздействий на станину и фундамент машины, возбуждаемых движением звеньев кривошипно-кулисного механизма. Обосновывается необходимость применения методов виброзащиты при проектировании станин и фундаментов таких машин.

Ключевые слова: кривошипно-кулисный механизм, динамические воздействия, виброзащита

Для цитирования: Парунина Е. А., Куцубина Н. В. Исследование динамических воздействий, возбуждаемых кривошипно-кулисным механизмом // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 484–489.

Original article

THE RESEARCH OF THE DYNAMIC EFFECTS INDUCED BY A CRANK-AND-SLOT MECHANISM

Ekaterina A. Parunina[1], Nelli V. Kutsubina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] alvestgd@yandex.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents the results of a research of the dynamic effects on the machine frame and foundation caused by the movement of the crank-and-slot mechanism links. The need for vibration protection methods in the design of the frames and foundations of such machines is substantiated.

Keywords: crank-and-slot mechanism, dynamic effects, vibration protection

© Парунина Е. А., Куцубина Н. В., 2026

For citation: Parunina E. A., Kutsubina N. V. (2026) Issledovanie dinamicheskix vozdejstvij, vozbuzhdaemy`x krivoshipno-kulisny`m mexanizmom [The research of the dynamic effects induced by a crank-and-slot mechanism]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 484–489. (In Russ).

При динамическом расчете машин и оборудования решаются задачи определения напряжений, перемещений и других параметров деталей и конструкций при различных динамических воздействиях [1].

Определение динамических воздействий является одним из центральных вопросов при разработке методов виброзащиты машин с периодическим движением и/или нагружением звеньев. Например, машин с кривошипно-кулисными механизмами, в которых рабочий орган совершает многократные линейные перемещения с кратким возвратным ходом.

Кривошипно-кулисные механизмы (рис. 1) относятся к рычажным механизмам и используются в насосах, в металлорежущих и деревообрабатывающих станках [2].

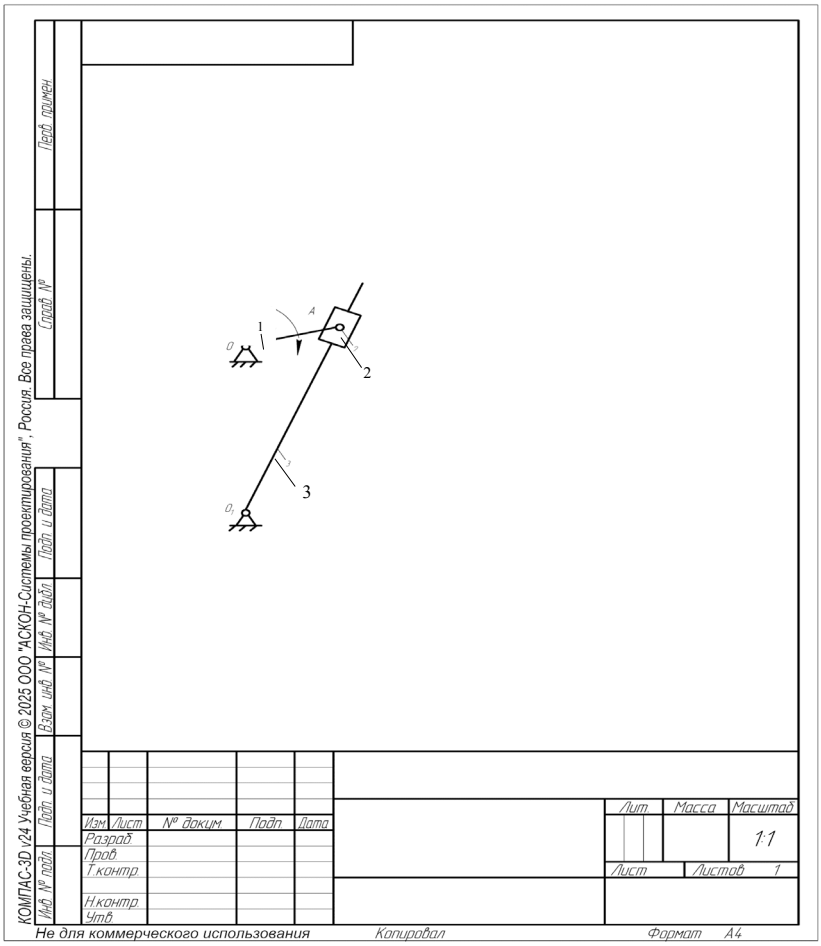


Рис. 1. Схема кривошипно-кулисного механизма:
1 – кривошип; 2 – кулисный камень; 3 – кулиса

Методика определения динамических воздействий в таких машинах сводится к следующему [1]:

1) выбирается система координат ХОУ с началом, совпадающим с осью вращения одного из звеньев механизма;
2) выявляются зависимости координат и кинематические параметры центров масс и звеньев механизма от угла поворота кривошипа;
3) составляются уравнения кинетостатики для всех структурных групп механизма в виде:

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1; \\ &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2; \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n = b_n, \end{aligned} \qquad (1)$$

где $x_1, \ldots, x_n$ – неизвестные (искомые) силы;

$a_{11}, \ldots, a_{nn}$ – коэффициенты при неизвестных силах;

$b_1, \ldots, b_n$ – свободные члены, соответствующие известным силам и координатам точек их приложения.

Количество уравнений равновесия для каждой структурной группы равно количеству неизвестных в группе. Система уравнений (1) представляется в матричной форме:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \ldots \\ b_n \end{vmatrix}. \qquad (2)$$

Из решения системы уравнений (2) определяются все неизвестные реакции, возникающие в кинематических парах механизма.

По формулам (3) определяются проекции на координатные оси приведенных к оси вращения кривошипа реакций в кинематических парах, действующих со стороны подвижных звеньев на стойку (станину, фундамент), и главный момент $М_г$, Н м этих сил относительно оси вращения кривошипа:

$$F_{rx} = \sum_{i=1}^{P_0} F_{iox}; \; F_{ry} = \sum_{i=1}^{P_0} F_{ioy}; \; M_r = \sum_{i=1}^{P_0} (F_{iox}X_{io} + F_{ioy}Y_{io}), \qquad (3)$$

где F_{rx}, F_{ry} – соответственно проекции на оси X и Y, приведенных к оси вращения кривошипа реакций подвижных звеньев на стойку, Н;

F_{iox}, F_{ioy} – проекции на координатные оси X и Y реакции i-го подвижного звена на стойку, Н;

X_{io}, Y_{io} – координаты точек приложения реакции i-го звена на стойку.

Для кривошипно-кулисного механизма, помещенного в систему координат (рис. 2), уравнения (2) и (3) имеют вид:

$$\begin{array}{|ccccccc|} F_{45} & M_{05} & F_{23} & F_{03x} & F_{03y} & F_{01x} & F_{01y} \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ |YC-YB| & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -|YB| & 1 & -\sin\varphi_3+\cos\varphi_3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -\cos\varphi_3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\sin\varphi_3 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos\varphi_3 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & \sin\varphi_3 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{array} \times \begin{array}{|c|} F_{01x} \\ F_{01y} \\ F_{03x} \\ F_{03y} \\ F_{23} \\ F_{45} \\ M_{05} \end{array} = \begin{array}{|c|} F_c-F_{45} \\ 0 \\ M_{43}-F_{g3}|XS_3|+F_{u3y}|XS_3|-F_{43x}|YS_3| \\ F_{u3x} \\ F_{g3}+F_{u3y} \\ 0 \\ 0 \end{array} \quad (4)$$

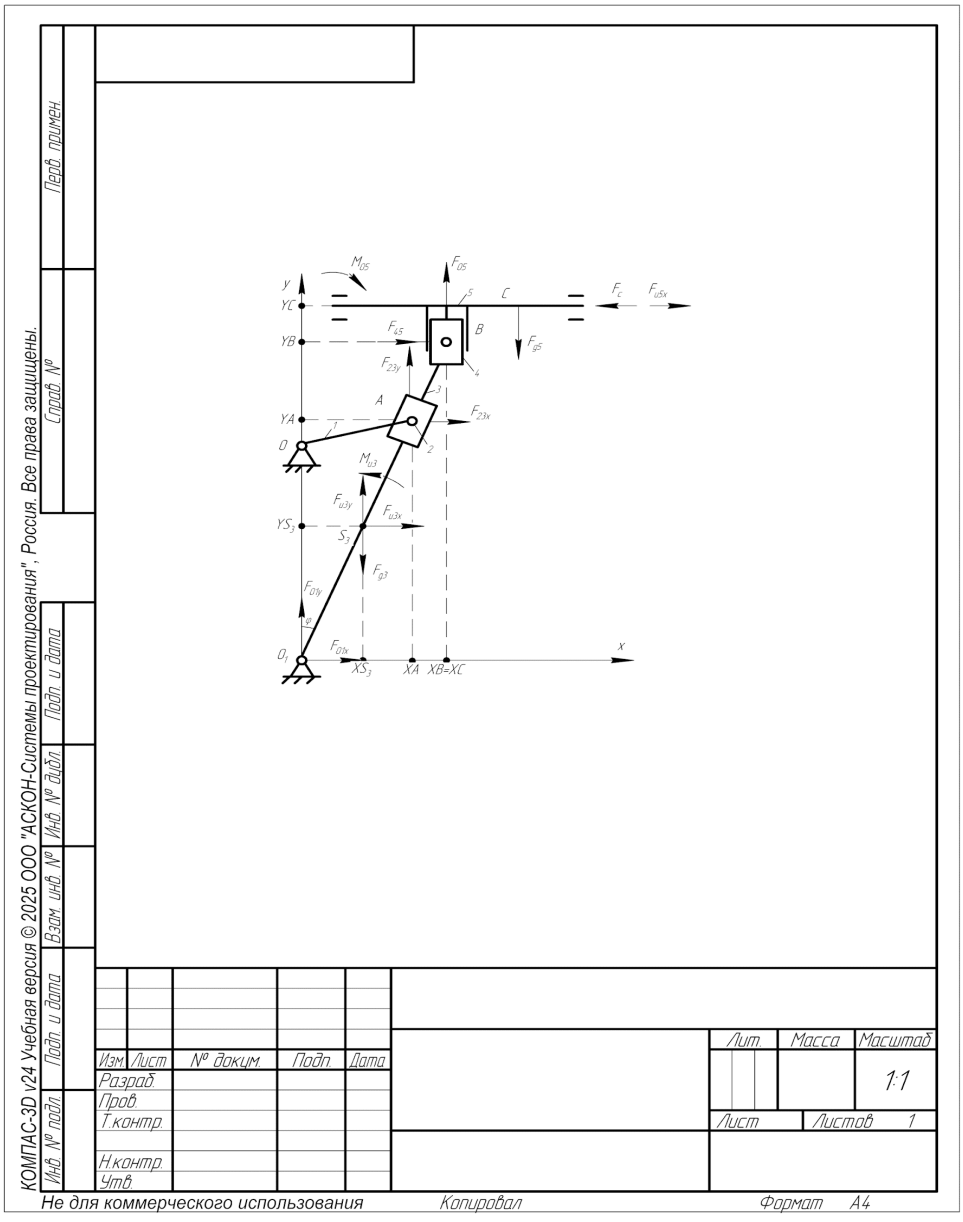


Рис. 2. Расчетная модель кривошипно-кулисного механизма

Проекции и главный момент приведенных к оси вращения кривошипа реакций подвижных звеньев на стойку:

$$F_{rx} = F_{01x} + F_{03x} F_{rx} = F_{01x} + F_{03x}; \; F_{ry} = F_{01y} + F_{03y}$$
$$F_{ry} = F_{01y} + F_{03y}; \; M_r = F_{03x} \cdot OO_1 + F_{05} \cdot |X_B| \qquad (5)$$
$$M_r = F_{03x} \cdot OO_1 + F_{05} \cdot |X_B|.$$

Графические зависимости F_{rx}, F_{ry}, M_r представлены на рис. 3. Красным выделены динамические воздействия на станину (фундамент) машины при максимально нагруженном механизме, зеленым – на холостом ходу.

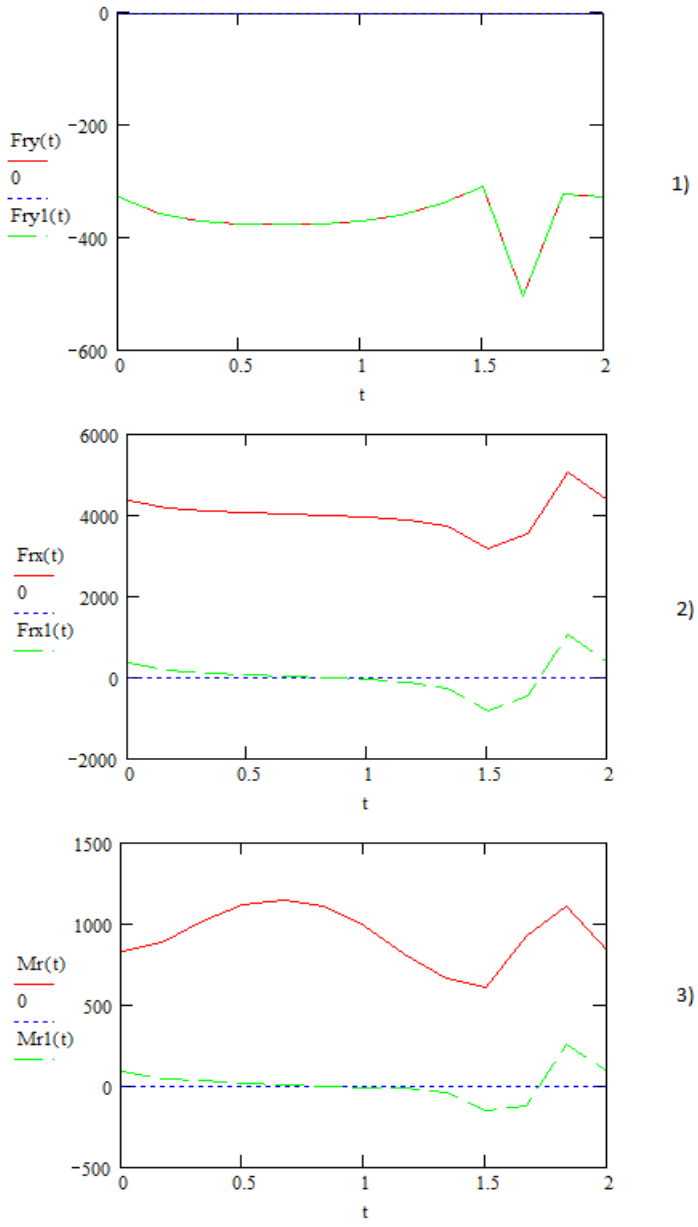


Рис. 3. Графические зависимости:
1) – график зависимости F_{rx} от t, 2) – график зависимости F_{ry} от t,
3) – график зависимости M_r от t

Учитывая, что при эксплуатации машины происходит чередование рабочего (нагруженного) состояния механизма и холостого хода, динамические воздействия имеют периодический характер с амплитудой, соизмеримой с прилагаемой внешней нагрузкой.

Такие воздействия могут являться источником значительных вынужденных колебаний, негативно влияющих на работу механизма.

При проектировании станин и фундаментов таких машин, расчете опор механизма обязательно нужно предусматривать соответствующие методы виброзащиты.

Список источников

1. Куцубина Н. В., Санников А. А. Виброзащита технологических машин и оборудования лесного комплекса. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 222 с.

2. Теория механизмов и машин / Под ред. К. В. Фролова. М. : Высш. школа, 1987. 496 с.

Научная статья
УДК 676.056.312

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Иван Вячеславович Перескоков[1], Нелли Валерьевна Куцубина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] pereskokov_@mail.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье приводится обзор современных покрытий валов бумагоделательных машин, показывается, что выбор покрытия вала зависит от назначения вала и конкретных технологических параметров его эксплуатации. Правильный выбор покрытий валов является критически важным для обеспечения стабильности производства, качества продукции и минимизации эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: бумагоделательная машина, валы, покрытия валов

Для цитирования: Перескоков И. В., Куцубина Н. В. Обзор современных покрытий валов бумагоделательных машин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 490–493.

Original article

A REVIEW OF MODERN PAPER MACHINE ROLL COATINGS

Ivan V. Pereskokov[1], Nelli V. Kutsubina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] pereskokov_@mail.ru
[2] kushubinanv@m.usfeu.ru

Abstract. This article provides a review of modern paper machine roll coatings, demonstrating that roll coating selection depends on the roll's intended purpose and specific process parameters. The correct selection of roll coatings is critical to ensuring production stability, product quality, and minimizing operating costs.

Keywords: paper machine, rolls, roll coating

© Перескоков И. В., Куцубина Н. В., 2026

For citation: Pereskokov I. V., Kutsubina N. V. (2026) Obzor sovremenny`x pokry`tij valov bumagodelatel`ny`x mashin [A review of modern paper machine roll coatings]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 490–493. (In Russ).

Основная функция покрытий валов бумагоделательных машин (далее БДМ) – технологическая. Применение различных покрытий валов позволяет БДМ работать с большим линейным давлением в прессах, увеличивать время нахождения бумажного полотна в прессовом захвате, сглаживать последствия неправильной бомбировки валов. Покрытия обеспечивают более равномерное распределение давления при местных изменениях толщины бумажного полотна. Покрытия валов выполняют антикоррозионную функцию, предохраняя рубашку валов от коррозии и окисления, причиной которых является работа при высокой влажности и в агрессивных средах [1].

Для эффективного выполнения своих технологических функций покрытия валов должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой износостойкостью, стабильной твердостью во всем диапазоне рабочих температур, хорошей адгезией с рубашкой вала, сопротивлением воздействию минеральных масел и растворителей, обеспечивать легкое удаление бумаги с поверхности облицовки [1].

Выбор покрытия вала зависит от назначения вала и конкретных технологических параметров его эксплуатации, к которым относятся:

- температурный режим в зоне работы вала с покрытием;
- линейное давление и скорость;
- влажность и химический состав среды.

Кроме того, следует учесть приоритетные требования к физико-механическим свойствам материалов покрытий. Например, для сетко- и сукноведущих валов сеточной и прессовой частей – это стойкость к истиранию, для мягких прессов и гауч-валов – это эластичность и демпфирование и т. д.

В настоящее время отечественная и зарубежная промышленность изготавливает покрытия валов из различных полимерных материалов с широким спектром физико-механических свойств.

Широко распространены покрытия из различных видов каучука и резины, например нитрильный каучук (NBR), полихлоропреновый каучук (CR), тройной этилен-пропиленовый каучук (EPDM), бутадиен-стирольный каучук (SBR). Фирма Hannecard Paper изготавливает различные виды покрытий из резины для валов практически всех частей БДМ [2]. Эти покрытия обладают хорошей износостойкостью, сопротивлением, налипанию и экологичностью.

При увеличении рабочих скоростей и давления между валами значительно возросли требования, предъявляемые к покрытиям. Современные режимы работы БМ приближаются к пределам стойкости резиновых облицовок [3].

Покрытия из полиуретана (PU) могут заменять резину различных марок и по своим физико-механическим свойствам и характеристикам наиболее полно отвечают требованиям по сравнению с другими эластичными материалами. Применение покрытий из полиуретана в машинах зачастую увеличивает их ресурс в несколько раз.

Наиболее распространенным типом полиуретанов в настоящее время являются литьевые полиуретаны типа СКУ ПФЛ-100, НИЦ ПУ-5, а также покрытия FlexoDrive, Flexolys, NeoFlex [2].

Полиуретановые покрытия широко применяются на валах прессовой части, клеильного пресса, а также на отсасывающих и гауч-валах.

Помимо резиновых и полимерных материалов используются также различные композитные и жесткие покрытия, разрабатываемые фирмой Hannecard Paper [2].

Жесткие покрытия, наносимые высокоскоростным газотермическим напылением карбидами вольфрама и хрома, используются для продления эксплуатационного срока службы вала при работе в экстремальных условиях. Эти покрытия обладают отличной износостойкостью, высокой устойчивостью к коррозии во влажной и кислой средах, а также устойчивостью к окислению при воздействии высоких температур.

К таким покрытиям относят карбидные покрытия HanneSpray-Cr Plus, HanneSpray-W, применяемые на валах сеточной части (грудной вал, отсасывающий вал, гауч-вал, сетковедущих и регистровых валиках); Carburflon NG, применяемые на бумаговедущих и сукноведущих валах прессовой и сушильной частей, сушильных цилиндрах, валах каландра и цилиндра наката [2].

Композитные покрытия совмещают в себе термоактивный полимер с различными видами его укреплений. Последнее поколение композитных покрытий демонстрирует более высокие показатели жесткости и антиадгезивных свойств, а также более низкий показатель по шероховатости, они демонстрируют оптимальные значения схода бумажного полотна, высокий уровень устранения вибрации. Эти покрытия имеют высокие показатели износостойкости, идеальную стабильность профиля и геометрии при высокотемпературном воздействии. К композитным относятся покрытия Diamantal для валов каландра, Sirius, Centaur, Vega, Titan, применяемые для бумаговедущих, сукноведущих, сетковедущих и прессовых валов во всех частях БДМ.

Правильный выбор покрытий валов является критически важным для обеспечения стабильности производства, качества продукции и минимизации эксплуатационных затрат.

Список источников

1. Королев А. В., Воронцов С. В. Опыт использования полиуретановых покрытий валов с целью повышения их ресурса // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2012. № 16. С. 43–45.

2. Лапин И. Р. Покрытия для валов прессовой части бумагоделательной машины // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. 2020. № 6–1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pokrytiya-dlya-valov-pressovoy-chasti-bumagodelatelnoy-mashiny (дата обращения: 17.11.2025).

3. Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна. М. : Лесная промышленность, 1967. 264 с.

Научная статья
УДК 528.7

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Елена Александровна Рожкова[1], Александр Владимирович Кустов[2]
[1, 2] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] e_rozhok@vk.com
[2] alexkust@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена спутниковому мониторингу лесов как эффективному инструменту для решения практических задач. Рассмотрены спутниковые системы, аналитические методы и примеры их использования в России, включая борьбу с пожарами и контроль лесозаготовок. Подчеркивается практическая польза технологии.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, лесное хозяйство, спутники, инвентаризация лесов

Для цитирования: Рожкова Е. А., Кустов А. В. Спутниковый мониторинг как инструмент устойчивого лесопользования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 494–498.

Original article

SATELLITE MONITORING AS A TOOL FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

Elena A. Rozhkova[1], Alexander V. Kustov[2]
[1, 2] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] e_rozhok@vk.com
[2] alexkust@mail.ru

Abstract. The article is devoted to satellite monitoring of forests as an effective tool for solving practical problems. Satellite systems, analytical methods and examples of their use in Russia, including fire fighting and logging control, are considered. The practical benefits of the technology are emphasized.

© Рожкова Е. А., Кустов А. В., 2026

Keywords: satellite monitoring, forestry, satellites, forest inventory
For citation: Rozhkova E. A., Kustov A. V. (2026) Sputnikovy`j monitoring kak instrument ustojchivogo lesopol`zovaniya [Satellite monitoring as a tool for sustainable forest management]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 494–498. (In Russ).

Леса играют ключевую роль в поддержании экологического баланса планеты, обеспечивая ее кислородом, регулируя климат, сохраняя биоразнообразие и являясь ценным источником ресурсов. Устойчивое лесопользование, подразумевающее рациональное использование лесных ресурсов без ущерба для будущих поколений, становится все более актуальным в условиях растущего спроса на древесину и усиливающегося воздействия изменений климата.

Система спутникового мониторинга лесных пожаров работает в автоматическом режиме, что позволяет круглосуточно, в течение пожароопасного периода, вести прием и обработку информации с целью обнаружения лесных пожаров [1].

Традиционные наземные методы мониторинга лесов трудоемки, дороги ограничены по охвату. Спутниковый мониторинг обеспечивает глобальный и оперативный охват, объективность, возможность ретроспективного анализа, снижает затраты и обеспечивает детализацию. Он эффективен при обнаружении угроз, особенно лесных пожаров, и перспективен для их раннего выявления. Эти преимущества спутникового мониторинга, как подчеркивается в работе [2], позволяют повысить эффективность управления лесным хозяйством и обеспечить более рациональное использование лесных ресурсов, что крайне важно для устойчивого развития лесного комплекса.

Для мониторинга лесов используются различные спутниковые системы, отличающиеся типом датчиков, пространственным разрешением, спектральными характеристиками и периодичностью съемки. Этот спектр позволяет выбрать оптимальное решение для конкретной задачи. Оптимальное сочетание данных с разных спутников дает наиболее полную картину состояния лесов.

Спутники, подходящие для долгосрочного мониторинга, выявляющие состояния лесов, такие как Sentinel (рис. 1), Landsat, MODIS. Sentinel, например, предоставляет данные с высоким разрешением бесплатно, что делает его доступным для широкого круга пользователей, а также привлекательным для заказчика, поскольку есть отличное соотношение цены и качества.



Рис. 1. Спутник Sentinel-2

Спутники с высоким и сверхвысоким разрешением, такие как Planet, WorldView (рис. 2), позволяют анализировать детализированную структуру лесов, отслеживать лесозаготовки, пожары, незаконную вырубку лесов и многое другое с высокой точностью. Такие спутники дороже, чем тот же Landsat, однако их услуги оправдывают затраты. Потребитель (заказчик) выбирает эти спутники из-за их точности и качества.



Рис. 2. Спутник WorldView-3

Спутниковый мониторинг лесов – это процесс, позволяющий наблюдать за состоянием лесных массивов, например следить за заболеваниями и гибелью от вредителей, оценивать биоразнообразие и многое другое.

Этапы мониторинга:

1. Предварительная обработка и сбор полученных снимков подвергаются геометрической и атмосферной коррекции, позволяющие устранить искажение, а также повысить точность данных.

2. Алгоритмы машинного обучения позволяют, а также экспертные знания позволяют классифицировать спутниковые снимки.

3. Сравнение спутниковых снимков позволяет отслеживать изменения в лесном покрове, позволяя оценивать динамику лесов, выявлять различные угрозы, изменения.

4. Спутниковые данные используются для оценки параметров, таких как запас древесины, плотность крон, биомасса, состояние растительности. Оценка этих параметров позволяет сделать прогноз на дальнейшие изменения, либо прибегнуть к человеческому вмешательству во избежание вымирания растительных культур и лесных массивов.

5. Результаты анализа предоставляются в виде карт, отчетов и статистических данных, что позволяет принимать обоснованные решения, касающиеся лесопользования.

На мировом рынке спутникового мониторинга лесов представлено множество компаний и организаций, предлагающих широкий спектр услуг, включая предоставление данных, аналитику и специализированные программные решения. Среди ключевых игроков выделяются такие компании, как Planet Labs и DigitalGlobe (Maxar Technologies), которые специализируются на предоставлении спутниковых снимков высокого разрешения и сопутствующих аналитических инструментов.

Компания Sinergise известна своей платформой Sentinel Hub, предоставляющей удобный доступ к данным Sentinel и инструментам для их анализа. Важно отметить, что на российском рынке также активно развиваются компании, предлагающие услуги спутникового мониторинга лесов, такие как «Терра Тех», «Геоскан» и «Совзонд». Эти компании используют данные как отечественных, так и зарубежных спутников, что подчеркивает важность развития собственных технологий в этой сфере и обеспечивает возможность предоставления широкого спектра услуг, адаптированных к специфическим потребностям российских заказчиков.

К преимуществам технологии дистанционного зондирования Земли можно отнести [3]:

1. Широкий охват территории. С помощью дистанционного зондирования можно изучать большие участки земли без необходимости физического присутствия на местности.

2. Высокая точность и надежность. Технологии дистанционного зондирования позволяют получать точные и надежные данные об объектах и процессах на земле.

3. Экономическая эффективность. Использование дистанционных методов зондирования экономически выгодно, т. к. уменьшается количество необходимых ресурсов и времени на проведение исследований.

4. Возможность автоматической обработки данных. Полученные данные можно быстро обрабатывать с помощью специальных программ, что ускоряет и упрощает анализ информации.

Спутниковый мониторинг лесов в России является ключевым инструментом управления лесным хозяйством, охватывающим задачи от обнаружения пожаров до контроля лесозаготовок и оценки состояния лесов. Активно используется как Рослесхозом, так и коммерческими компаниями, предоставляющими специализированные услуги. Развитие отечественных

технологий играет важную роль в обеспечении независимости в управлении лесным фондом. Перспективы связаны с запуском новых спутников с улучшенными характеристиками, развитием алгоритмов автоматизированной обработки данных и интеграцией с другими источниками информации (наземные обследования, БПЛА).

В заключение отметим, что спутниковый мониторинг – ключевой инструмент для устойчивого лесопользования, обеспечивающий объективную и оперативную информацию для принятия обоснованных управленческих решений. Дальнейшее развитие технологий, особенно отечественных, откроет новые возможности для эффективного управления лесами и их сохранения для будущих поколений. Инвестиции в эту сферу – это вклад в экологическую безопасность и будущее планеты.

Список источников

1. Крючков И. И. Мониторинг лесных пожаров из космоса. Проблемы и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2003. № 7. URL: cyberleninka.ru/article/n/monitoring-lesnyh-pozharov-iz-kosmosa-problemy-i-puti-ih-resheniya (дата обращения: 25.02.2026).

2. Перспективы применения новых информационных технологий в лесном комплексе / Ю. Ю. Герасимов, Г. А. Давыдков, С. А. Кильпеляйнен [и др.] // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2003. № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-novyh-informatsionnyh-tehnologiy-v-lesnom-komplekse (дата обращения: 25.02.2026).

3. Макунина Я. С., Долматов С. Н., Борисевич А. Н. Перспективы применения технологии ДЗЗ в качестве инструмента раннего обнаружения лесных пожаров // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Железногорск, 2023. С. 174–177.

Научная статья
УДК 630.3

ЛЕСА НА СКЛОНАХ РОССИИ: ОСОБЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ И ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН

Ярослав Андреевич Рыжов
Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
irosmagelav@mail.ru

Аннотация. Леса на склонах России играют важную роль в поддержании экологического баланса. Особенности заготовки древесины на таких участках, а также использование специализированных машин, таких как харвестеры, форвардеры и трелевочные машины, повышает эффективность работы и минимизирует экологическое воздействие.

Ключевые слова: лесозаготовка, склоны, колесные машины, экологическое воздействие, лесозаготовительная техника

Для цитирования: Рыжов Я. А. Леса на склонах России: особенности заготовки древесины и применение специализированных машин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 499–503.

Original article

FORESTS ON RUSSIAN SLOPES: FEATURES OF WOOD HARVESTING AND THE USE OF SPECIALISED MACHINERY

Yaroslav A. Ryzhov
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after
G. F. Morozov, Voronezh, Russia
irosmagelav@mail.ru

Abstract. Forests on the slopes of Russia play an important role in maintaining ecological balance. The features of wood harvesting on such plots, as well as the use of specialized machines such as harvesters, forwarders, and skidders machines, increase operational efficiency and minimize environmental impact.

© Рыжов Я. А, 2026

Keywords: wood harvesting, slopes, wheeled machines, environmental impact, harvesting equipment

For citation: Ryzhov Ya. A. (2026) Lesa na sklonax Rossii: osobennosti zagotovki drevesiny` i primenenie specializirovanny`x mashin [Forests on Russian slopes: features of wood harvesting and the use of specialised machinery]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 499–503. (In Russ).

Леса на склонах России играют ключевую роль в поддержании экологического баланса, выполняя важные гидрологические и противоэрозионные функции. Склоновые лесные массивы способствуют формированию устойчивого водного режима почв: задерживают часть выпадающих осадков, снижают объем и скорость поверхностного стока, обеспечивают просачивание влаги в глубинные горизонты и развитие подпочвенного дренажа. Такое влияние особенно важно для районов с частыми и интенсивными дождями. В то же время лесозаготовка на склонах сопряжена с комплексом технологических и экологических ограничений, что обусловливает необходимость использования специальных машин и технологий [1, 2].

Склоновые леса играют существенную роль в поддержании устойчивости почвенного покрова и ограничении эрозионных процессов. Глубоко проникающая разветвленная корневая система древесных пород как бы «армирует» грунт и снижает вероятность его смыва. Особенно это заметно в районах с крутым расчлененным рельефом – на Северном Кавказе, в отдельных регионах Сибири и Урала. По данным исследований, наличие сплошного или полосного древесно-кустарникового покрова на склонах замедляет поверхностный сток талых и дождевых вод и тем самым препятствует деградации склонов, развитию оврагов и обвалов [3, 2]. В то же время интенсивная лесозаготовка в подобных условиях может нарушать сложившееся равновесие экосистем. Нерациональное использование техники или неправильное проектирование волоков может ускорить процессы разрушения почвы, привести к эрозии и нарушению гидрологического режима. Технологические решения, направленные на минимизацию этих воздействий, играют ключевую роль в сохранении склоновых экосистем.

Заготовка древесины на склонах России требует применения специализированной техники, которая способна адаптироваться к изменяющимся условиям рельефа и состояния почвы. Колесные и гусеничные машины, используемые на таких участках, имеют различные конструктивные особенности, оптимизированные для работы в сложных условиях [1, 4, 5].

Одним из наиболее популярных типов техники являются харвестеры, предназначенные для валки, переработки и сбора древесины. На склонах использование харвестеров ограничено из-за их низкой проходимости на

крутых участках. На лесных машинах, работающих на участках с наклонным рельефом, широко применяются системы централизованной подкачки шин (CTIS – Central Tire Inflation System), позволяющие изменять давление в шинах в зависимости от условий движения. Такая регулировка улучшает сцепление ходовой части с грунтом, уменьшает удельное давление на почвенный покров и, как следствие, снижает риск его чрезмерного уплотнения.

Особое значение подобные технические решения имеют для форвардеров, используемых при вывозке древесины с места рубки к погрузочным пунктам или лесоскладам. При работе на склонах форвардеры сталкиваются с трудностями по сохранению устойчивости на поперечных уклонах и опасностью поперечного смещения. Для компенсации этих факторов машины оснащают системами стабилизации и шинами с пониженным давлением и более гибким каркасом, что повышает их проходимость и одновременно уменьшает негативное воздействие на почву [1, 2].

На особенно крутых склонах, где обычная колесная техника не может эффективно работать, применяются канатные трелевочные машины с лебедочными установками. Эти машины могут транспортировать древесину по склону, минимизируя контакт с почвой и предотвращая ее повреждение. Трелевочные машины идеальны для работы на склонах с уклонами до 45° [5].

Вездеходы на шинах сверхнизкого давления применяются в условиях мягких и заболоченных почв. Эти машины распределяют нагрузку на большую площадь, минимизируя ее воздействие на грунт. Однако на крутых склонах такие машины не всегда эффективны из-за необходимости высокой тяги и устойчивости, что требует применения более специализированной техники [1].

При работе лесозаготовительных машин на склонах важно учитывать как свойства почв, так и особенности рельефа. Так, глинистые почвы при переувлажнении быстро теряют несущую способность: колеса начинают проскальзывать, возрастает риск формирования глубокой колеи. В подобных условиях применение систем регулирования давления в шинах приобретает первостепенное значение. Понижая давление, удается увеличить опорную площадь, уменьшить глубину колеи и сократить степень повреждения почвенного покрова [3].

Существенную роль играет и характер рельефа. На участках с уклоном до 3° большинство машин может работать без заметных ограничений. При увеличении уклона до 7–15° уже возникают трудности при движении вверх и при торможении, поэтому здесь предпочтительны машины с пониженным давлением на грунт и более устойчивой ходовой частью. На еще более крутых склонах (свыше 15°) применение классической механизированной трелевки становится малоэффективным и небезопасным, что обуславливает переход к канатно-лебедочным системам и другим видам подвесной трелевки [1, 5].

Различия в экспозиции склонов также заметно отражаются на условиях работы техники. На склонах южной экспозиции почвы нередко пересыхают, становятся более жесткими и скользкими, что ухудшает сцепление колес с поверхностью. На северных склонах, напротив, чаще сохраняется повышенная влажность, из-за чего возрастает вероятность просадки грунта и деформации уже имеющейся колеи.

Одной из ключевых задач при работе в склоновых лесах остается снижение давления на окружающую среду. Важно учитывать не только производительность машин и их тяговые возможности, но и то, какое воздействие техника оказывает на почву. Применение машин с регулируемым давлением в шинах, а также использование более широких колес или гусеничных движителей помогает уменьшить уплотнение почвогрунта и снизить вероятность появления эрозионных повреждений. Дополнительный эффект дает использование канатных установок: древесина перемещается без постоянного контакта с землей, благодаря чему удается лучше сохранить структуру экосистемы и замедлить ее нарушение [2, 5].

Устойчивость лесных экосистем на склонах в значительной степени зависит от соблюдения технологической дисциплины при ведении работ. На конечный результат влияет правильный подбор типа машин, настройка их рабочих параметров с учетом конкретных почвенно-грунтовых условий и рельефа местности, а также выполнение экологических требований, направленных на снижение повреждений почвенного и растительного покрова.

Склоновые леса России требуют аккуратного и продуманного подхода к заготовке древесины. Применение специализированной техники – харвестеров, форвардеров, различных трелевочных машин и вездеходов – позволяет эффективно осваивать лесные ресурсы, одновременно сокращая ущерб для природных комплексов. Для этого необходимо учитывать типы почв, особенности рельефа, сезонные изменения влагообеспеченности и морозостойкости грунта, подбирая соответствующие схемы работы. Внедрение современных технических решений, включая системы централизованной подкачки шин и канатные комплексы, повышает эффективность работы лесозаготовительных машин на склонах и снижает их экологическое воздействие [2, 4].

Список источников

1. Григорьев И. В., Рудов С. Е. Особенности эксплуатации колесных лесных машин в сложных почвенно-грунтовых и рельефных условиях // Forest Engineering. 2018. С. 67–71.

2. Современные технические решения для обеспечения безопасной работы лесных машин на горных склонах / В. А. Каляшов [и др.] // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 2. С. 11–25.

3. Дмитриева М. Н., Григорьев И. В., Рудов С. Е. Анализ исследований взаимодействия колесного движителя лесных машин со слабонесущим почвогрунтом // Resources and Technology. 2019. Т. 16, № 1. С. 10–39.

4. Ghaffariyan M. R. Impacts of Central Tire Inflation Systems application on forest transportation–Review // Journal of Forest Science. 2017. Т. 63, № 4. С. 153–160.

5. Impact of mechanized harvesting on compaction of sandy and clayey forest soils: results of a meta-analysis / E. Ampoorter [et al.] // Annals of Forest Science. 2012. Т. 69, № 5. С. 533–542.

Научная статья
УДК 631.16

АНАЛИЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Ярослав Андреевич Соболев
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия
ya.sobolev33@yandex.ru

Аннотация. В данной статье проводится анализ текущего состояния лесопромышленного комплекса (ЛПК) России на основе данных в период с 2021–2025 гг. Представлен анализ объемов производства ключевых сегментов отрасли.

Ключевые слова: ЛПК России, экспорт, логистика, кризис

Для цитирования: Соболев Я. А. Анализ лесопромышленного комплекса России // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 504–507.

Original article

ANALYSIS OF THE RUSSIAN FORESTRY INDUSTRY COMPLEX

Yaroslav A. Sobolev
Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletov, Vladimir, Russia.
ya.sobolev33@yandex.ru

Abstract. This article analyses the current state of the Russian forestry industry complex (FIC), based on data from 2021–2025. There is an analysis of production volumes of key industry segments.

Keywords: Russian forestry industry complex, export, logistics, crisis

For citation: Sobolev Ya. A. (2026) Analiz lesopromy`shlennogo kompleksa Rossii [Analysis of the Russian forestry industry complex]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 504–507. (In Russ).

© Соболев Я. А., 2026

В течение последних лет рынок леса в России претерпевает убытки. Эксперты отмечают, что предприятия, задействованные в лесопромышленном комплексе, постепенно исчезают. Это связывают с проблемами в системе логистики, наложенными санкциями от недружественных стран, а также падением спроса как на внешнем, так и на внутреннем рынках. Аналитики отмечают, что на данный момент есть возможности для развития отрасли по переработке древесины для потребителей на внутреннем рынке. Однако многие предприниматели не решаются открывать перерабатывающие фабрики, что негативно сказывается на экономике отрасли лесопереработки.

По данным независимых экспертов, в середине 2022 г. ЛПК России демонстрировал ухудшение экономических показателей, при том, что уже в 2021 г. был откат пиковых значений цен на лесную продукцию в масштабах мира и внутреннего рынка.

В планах руководства ЛПК на 2023 и 2024 гг. было восстановление лесообрабатывающей отрасли, однако к пиковым показателям 2021 г. приблизиться не удалось.

Эксперты определили сегменты лесопромышленного комплекса, которые понесли колоссальные убытки на начало 2025 г. Для более детального анализа обратимся к рис. 1.

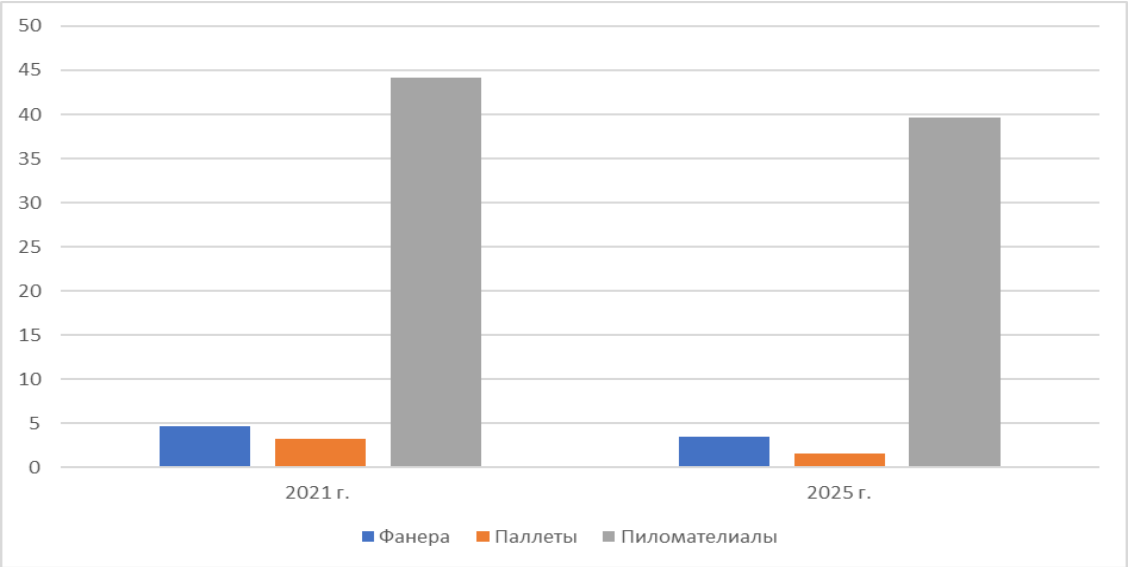


Рис. 1. Изменение объемов производства сегментов ЛПК, млн м^3

Исходя из графика, стоит отметить, что за последние четыре года объемы производства фанеры, паллетов и пиломатериалов сильно упали. На начало 2025 г. уменьшение объемов производства и отгрузки фанеры составило 24 %. Наиболее сильно пострадало производство паллетов, снижение на 54 %. Производство пиломатериалов изменилось несильно, снижение составило 10,9 %.

Это связано с тем, что на внутреннем рынке потребление этих позиций уменьшилось, неизменным осталось потребление других древесных плит (ДВП, ДСП и др.). Далее рассмотрим показатели экспорта на рис. 2.

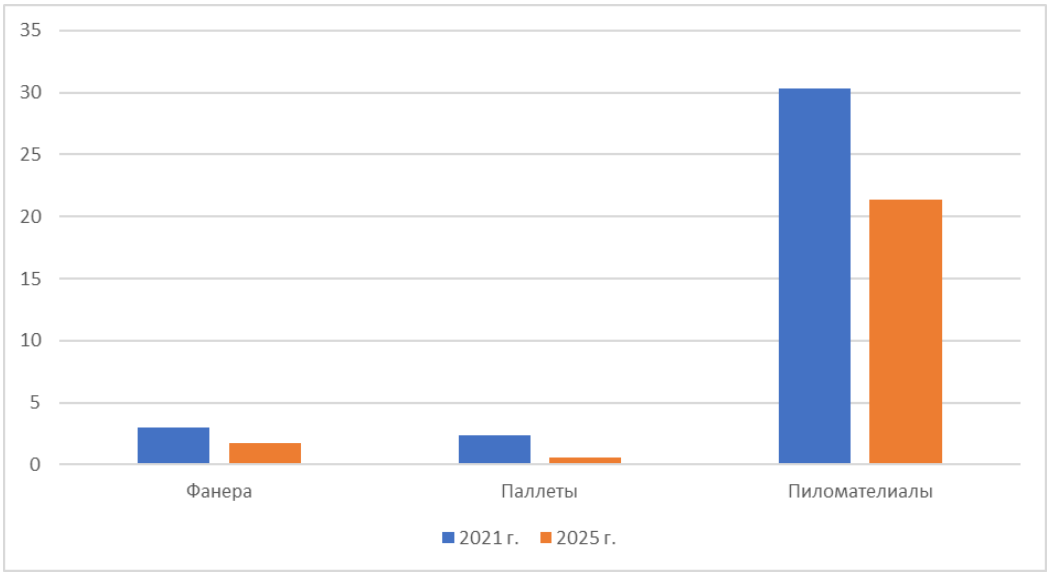


Рис. 2. Изменение экспорта сегментов лесопромышленного комплекса, млн м^3

Экспорт рассматриваемых сегментов ЛПК изменился значительнее, чем производство. В период с 2021 г. по начало 2025 г., в связи с наложенными санкциями, значительно упал экспорт паллетов, сокращение составило 76 %. Экспорт пиломатериалов упал на 30 %, а поставки фанеры за границу уменьшились на 44 %. Положение ЛПК России поддерживают контракты на поставку леса и материалов на Дальний Восток.

Лидеры отрасли целлюлозно-бумажной продукции в России претерпевают убытки. Рассмотрим рис. 3.

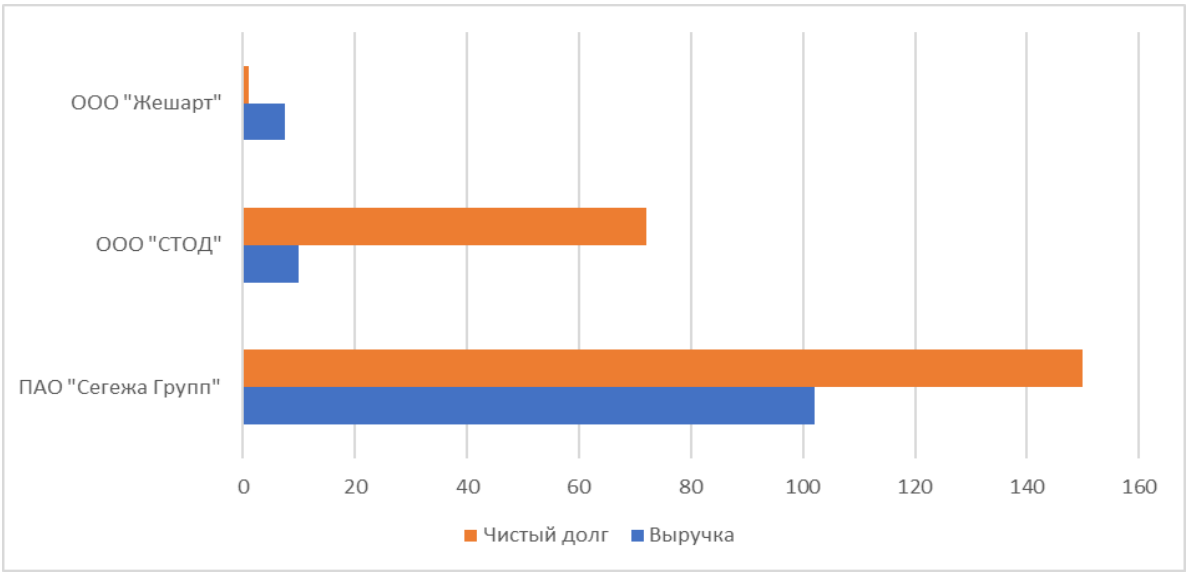


Рис. 3. Соотношение выручки к долгу компаний в отрасли, млрд руб.

Проведя анализ компаний, выявлено, что по итогам начала 2025 г. выручка лидеров отрасли сильно ниже, чем их долги. Это вызвано тем, что новых рычагов роста прибыли нет, также сказывается пакеты введенных санкций и низкая цена конечной продукции.

На отрасль лесозаготовки за последние три года обрушилось большое количество проблем, связанных с логистикой, пониженным спросом и экспортом. Логистические компании еще не разрослись по территории потенциальных рынков. На конец 2025 г. до сих пор отсутствует экспортный путь в страны Персидского залива, Марокко, Индию, Алжир. Логистические компании европейских стран покинули Россию, в связи с чем доставка в Россию и из нее сверхвысокая, что ограничивает экспорт.

За последние несколько лет спрос на пиломатериалы снизился. Эксперты отмечают, что даже китайский экспортный рынок стал менее привлекательным. Это связано с тем, что за неимением других направлений в экспортной политике, Китай пытается сильно занизить цены на продукцию. За последний год спрос на дерево в Китае упал, эксперты уверены, что причиной этому стал строительный кризис.

В связи с закрытиями европейских рынков для России, экспортное направление обращено в сторону дальнего востока, однако внутренний рынок Китая также испытывают временные трудности. Из-за преобразования конъюнктуры рынка, ЛПК России стремительно сокращается. В настоящий момент складывается неоднозначная ситуация, с одной стороны, зарубежные производители опасаются вторичных санкций, вследствие чего сокращают закупку пиломатериалов. А с другой, из-за проблем в сфере логистики, со стороны отечественных производителей, затрудняется выход на новые рынки сбыта готовой продукции или пиломатериалов.

Необходимо подчеркнуть, что если положение экспорта будет двигаться по инерции, то это может привести к фатальным финансовым потерям для большинства организаций, занятых в сфере ЛПК в России.

Список источников

1. Лесная катастрофа: почему Россия теряет «зеленое золото» // Постньюс : [сайт]. URL: https://postnews.ru/a/45193 (дата обращения: 20.11.2025).

2. Орлова В. С., Спицын М. А. Анализ развития лесопромышленного комплекса // Вектор экономики. 2025. № 4. URL: https://clck.ru/3S7AKV (дата обращения: 27.02.2026).

3. Российский статистический ежегодник // Росстат : ст. сборник. М., 2023. 701 с.

4. Российский статистический ежегодник // Росстат : ст. сборник. 2024. 630 с.

Научная статья
УДК 630.233

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОФОРМЛЕНИЯ МЕБЕЛИ

Анастасия Александровна Секачева[1], Дмитрий Викторович Шейкман[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] anastasiasekaceva6@gmail.com
[2] sheikmandv@m.usfeu.ru

Аннотация. Художественное оформление мебели представляет собой уникальный синтез традиций декоративно-прикладного искусства разных этнических групп. Каждая работа демонстрирует богатство художественных приемов и разнообразие материалов, используемых мастерами, подчеркивая уникальность и самобытность каждой культуры. Таким образом превознося в каждый элемент свою уникальность и неповторимость.

Ключевые слова: буфет, мебель, оформление, декор

Для цитирования: Секачева А. А., Шейкман Д. В. Сравнительный анализ художественного оформления мебели // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 508–512.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF FURNITURE DECORATIVE DESIGN

Anastasia A. Sekacheva[1], Dmitry V. Sheikman[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] anastasiasekaceva6@gmail.com
[2] sheikmandv@m.usfeu.ru

Abstract. Furniture decorative design is a unique synthesis of the traditions of decorative and applied art of different ethnic groups. Each work demonstrates the richness of artistic techniques and the variety of materials used by the craftsmen, emphasizing the uniqueness and originality of each culture, thus extolling in each element its uniqueness and originality.

© Секачева А. А., Шейкман Д. В., 2026

Keywords: sideboard, furniture, decorative design, decor
For citation: Sekacheva A. A., Sheikman D. V. (2026) Sravnitel`ny`j analiz xudozhestvennogo oformleniya mebeli [Comparative analysis of furniture decorative design]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 508–512. (In Russ).

Мебельная промышленность в нашей стране развивается высокими темпами. В современном мире мебель стала выглядеть минималистично, без лишних акцентов. Корпусная мебель получила широкое распространение среди населения. Но существует и покупатель, способный оценить красоту изысканной мебели разных стилей и направлений. Предметом эмпиричиского исследования послужил французский и русский буфет из массива древесины.

Буфет является неотъемлемой частью интерьера кухни и предназначен для хранения посуды. Его художественное оформление отражает богатство национальной культуры народа, этническое разнообразие и исторически сложившиеся эстетические предпочтения разных культур.

В настоящей статье мы рассмотрим особенности художественного оформления буфетов, уделяя особое внимание истории развития декоративных элементов и их значения в повседневной жизни. Особое значение уделялось созданию оригинальных и красивых вещей бытового назначения, среди которых особое место занимал буфет – важный предмет кухонного убранства, одновременно выполняющий утилитарную и декоративную функции в интерьере (рис. 1).

В XIV в. с усилением западноевропейского влияния русские мастера восприняли более усовершенствованные технические навыки резьбы специализированным резчицким инструментом. В руках русских мастеров-резчиков мотивы барокко подвергались значительной переработке, приобретали неожиданно своеобразные формы и только отдаленно напоминали свое западное происхождение [1].

Верхняя часть дубового буфета стоит на точеных опорах колоннах и завершается карнизом над застекленными дверцами, которые закрывают полки. Нижняя часть содержит два ящика, дверцы которых украшены накладной резьбой в виде классических вазонов с цветами. Буфет стоит на маленьких круглых ножках [2].

Многие образцы русской мебели – простой, симметричной и часто выполненной из дерева – сложно отличить от западноевропейских изделий. Экзотические породы древесины и красное дерево было привозным, а береза поставлялась из лесов Карелии, граничащей с Финляндией. Тополь, масличное и сандаловое деревья также были в моде [2].

Однако несмотря на то, что Россия подверглась западному влиянию в изготовлении мебели, в ней оставались свои особенные черты, присущие тому или иному народу. Многогранность культур привносила в каждую вещь что-то свое близкое. Так, буфет из древесины сосны обнаруживает черты, типичные для архитектуры того времени. Накладные точеные элементы выделяют верхнюю и нижнюю секции, проходя по стыку дверей. Крупные кованые петли, на которых закреплены дверцы, служат частью декора [2]. При этом каждый народ оформлял мебель в соответсвии со своими традициями (рис. 2).



Рис. 1. Французский дубовый буфет конца XIX в.



Рис. 2. Русский буфет из древесины сосны начала XVIII в.

Одним из наиболее популярных направлений оформления являются традиционные народные орнаменты и узоры (рис. 3). Искусные руки, богатство творческой фантазии самородков-художников превращали предметы быта, орудия труда, архитектурные детали деревянного зодчества в произведения искусства. Резьба начинает тяготеть к более рельефным, выпуклым формам, меняются приемы ее исполнения [1]. Мастера создавали удивительные узоры, вырезанные вручную, украшая ими поверхности изделий. Элементы резьбы, росписи по дереву или инкрустация служили не только украшением, но и защитой, поскольку многие орнаменты имеют сакральный смысл.

За привычным художественным способом выражения стоит необычное содержание. Орнамент больше, чем просто рисунок, его древние образцы воспринимаются как знаки, символы. По мнению исследователей, орнамент «обращен прежде всего к интуиции, к подсознательному ощущению выразительности ритма, цвета и формы» [3].

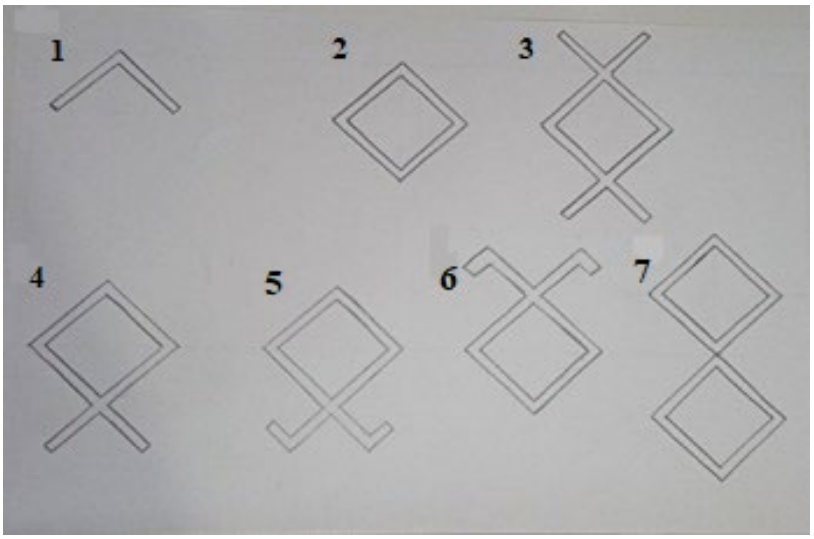


Рис 3. Метафизика народных орнаментов:
1 – солнеце восходит, солнце заходит, течение жизни, сила жизни, рост, обретение силы, развитие; *2* – земля, дом, очаг, концентрация энергии; *3* – рождение, укрепление, рост, развитие, выход на новый уровень; *4* – родовые связи с предками укрепляют семью, род, оберегают жизнь, дают силу; *5* – сила предков содействует; *6* – молодому поколению строит светлое будущее, собирает силу; *7* – соединение, бесконечность

Декор – это система украшений, сооружений или изделий [4]. Орнаменты чаще всего состоят из растительных и геометрических элементов, символизирующие плодородие и благополучие, нередко используется зооморфизм. Накладная резьба представляет собой аппликационные декоративные панели, прикрепленные поверх основного корпуса буфета. Плоскостная резьба предполагает создание рельефных изображений непосредственно на поверхности материала. Сквозная – прорезная резьба создает ажурные композиции, придавая изделию выразительность, легкость и воздушность. Символическое изображение – это условный образ, обозначающий какое-либо понятие, идею. К символическим изображениям принадлежат эмблемы, гербы, знаки (почтовые, фабричные, денежные, медали и ордена). Очень часто в них используется *аллегория* – иносказание, отвлеченные понятия «свобода», «слава», «победа», «стихийные явления» [4].

Сегодня научный, а также чисто прикладной (в сфере дизайна) интерес к орнаменту огромен. Пишутся научные труды, выпускаются богато иллюстрированные издания – энциклопедии орнамента всех времен и стилей, в Интернете создаются исследовательские сайты, на которых энтузиасты собирают библиотеки, посвященные различным вопросам истории и теории орнамента, народным традициям, возрождению ремесел и т. д. [5].

Мебель для человека всегда была неотъемлемой частью жизни. С каждой эпохой она приобретает новые формы, новые стили, но конструкция и функционал остается прежним. Рассматривая мебель прошлых веков в частности буфет, можно заметить, насколько он сморится величественно и детализировано, создавая особый шарм.

Список источников

1. Яковлев И. И., Орлова Ю. Д. Резьба по дереву. М. : «Искусство», 1974. 184 с.

2. Мебель. Все стили от древности до современности / пер. с англ. Дж. Миллер. М. : АСТ ; Астрель, 2011. 599 с.

3. Герчук Ю. Я. Что такое орнамент? Структура и смысл орнаментального образа. М. : Галарт, 1998. 326 с.

4. Шейкман Д. В. Художественная обработка древесины. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 99 с.

5. Троянова Е. В. К вопросу о генезисе смыслового поля орнамента в свете энергетической картины мира // 130 лет со дня рождения Е. И. Рерих : материалы конференций. 2009. URL: https://clck.ru/3S78rj (дата обращения: 29.11.2025).

Научная статья
УДК 674.07

ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ СОСТАВОВ В ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Анастасия Павловна Стрекова[1], Светлана Борисовна Шишкина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] strecovanasty@gmail.com
[2] shishkinasb@m.usfeu.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются свойства деревянных поверхностей после обработки натуральными составами. Также приведены особенности отделки натуральными составами древесины различных пород.

Ключевые слова: защитные покрытия на древесине, натуральные составы для отделки

Для цитирования: Стрекова А. П., Шишкина С. Б. Применение натуральных составов в отделке древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 513–517.

Original article

USING OF NATURAL COMPOUNDS IN WOOD FINISHING

Anastasia P. Strekova[1], Svetlana B. Shishkina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] strecovanasty@gmail.com
[2] shishkinasb@m.usfeu.ru

Abstract. The properties of wood surfaces after treatment with natural compounds are considered. The features of finishing with natural compounds of various wood species are given.

Keywords: protective coatings on wood, natural finishing compounds

For citation: Strekova A. P., Shishkina S. B. (2026) Primenenie natural`ny`x sostavov v otdelke drevesiny` [Using of natural compounds in wood finishing]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 513–517. (In Russ).

© Стрекова А. П., Шишкина С. Б., 2026

С давних времен люди искали различные способы продлить срок службы деревянных изделий. Известны различные составы, такие как масла, воски, естественные смолы (янтарь, шеллак, канифоль и др.).

С развитием химической индустрии появилось большое количество средств для защиты и сохранения древесины. Большой популярностью пользуются натуральные материалы.

Натуральными составами считаются все добытые в природе вещества, используемые человеком и сохранившие первичные свойства и химический состав. Самые распространенные к использованию считаются натуральные масла, канифоль и шеллак.

Натуральное масло изготавливают из масличных культур путем прессования, отжима или аналогичных процедур. Масло в процессе получения становится рафинированным или нерафинированным, также возможна химическая модификация состава.

Обработка древесины маслом – традиционный способ ухода за деревянными поверхностями [1].

Существует большое количество масел. Большим спросом в экологичной отделке пользуются такие масла, как льняное, оливковое, подсолнечное, кукурузное и горчичное. При выборе масла всегда нужно учитывать породу древесины, которую необходимо облагородить. Породы древесины делят на категории: хвойные, твердолиственные и мягколиственные.

Хвойные породы содержат в себе смолы, которые препятствуют проникновению масла внутрь структуры, поэтому они не нуждаются в масляной пропитке. Для защиты поверхности при крайней необходимости можно использовать густые составы в один слой [2].

Для древесины низкой плотности, например ольхи и липы, также лучше использовать густые насыщенные масла. Применение текучих составов нежелательно, поскольку при глубоком проникновении они остаются внутри в жидком состоянии.

Твердолиственные породы, такие как бук и береза, характеризуются высокой плотностью, поэтому их сначала обрабатывают жидкими составами, а затем более густыми, которые имеют высокую степень сухого остатка, закрепляя защитный слой воском.

У отделки масляными составами имеются как свои достоинства, так и недостатки.

Основными преимуществами масел являются:

– экологичность: составы безопасны для людей и животных, ими можно обрабатывать мебель, посуду, детские игрушки. Натуральные масла нетоксичны, не вызывают аллергических реакций;

– водоотталкивающий эффект: масла хорошо проникают внутрь древесины и могут создавать на дереве защитный тонкий слой, сквозь который не проникает влага (рис. 1);

– повышение прочности материала: масло глубоко проникает в структуру древесины, предотвращая образование трещин в верхних слоях;

– биозащита: в структуре обработанной древесины не размножаются вредные бактерии, что предотвращает гниение, появление плесени и грибков;

– усиление фактуры дерева: масло придает поверхности дерева приятный матово-маслянистый блеск (рис. 2).



Рис. 1. Водоотталкивающий эффект покрытой маслом древесины



Рис. 2. Фактура дерева до и после покрытия маслом

Основными недостатками отделки древесины маслами являются:

– длительный процесс высыхания: на высыхание каждого слоя уходит минимум полдня, а до полной полимеризации в структуре – около 14 дней;

– невозможность провести дальнейшую обработку древесины: после обработки маслом поверхность нельзя окрашивать или покрывать лаком из-за снижения степени адгезии;

– уязвимость к механическим нагрузкам: натуральное масло уязвимо к повреждениям, что исключает его использование для обработки пола;

– уязвимость перед вредителями: натуральные масла является источником притяжения насекомых-вредителей [3].

Также в экологичной отделке древесины используется канифоль – смолу хвойных деревьев, из которой удален скипидар и другие летучие соединения. Хрупкое стекловидное аморфное вещество с характерным раковистым изломом, от светло-желтого до темно-красного и почти черного цвета (рис. 3). Состоит из смоляных кислот (от 75 до 95 %), жирных кислот и терпенов.

Преимущества обработки древесины канифолью:

– образование крепкой защитной пленки: спиртовой раствор канифоли обладает высокой адгезией и после высыхания предохраняет древесину от гниения [4];

– улучшение качественных показателей лакокрасочных материалов: канифоль может использоваться в качестве модификатора, который сокращает время пленкообразования и увеличивает твердость покрытий.

Недостаток обработки древесины канифолью – сравнительно высокая стоимость: основная доля финансовых затрат приходится на приобретение спирта.

Еще одним натуральным составом для отделки древесины является шеллак – экологичный продукт, вырабатываемый тропическими насекомыми. Для получения жидкого отделочного материала сухой шеллак растворяется в спирте. Шеллак обычно бывает прозрачного или янтарного цвета, но также может быть окрашен в различные оттенки от золотистого дуба до темного красного дерева [5].

Шеллак используют при реставрации и ремонте старинной и антикварной мебели (рис. 4), шкатулок, деревянных корпусов самых дорогих музыкальных инструментов, для подготовки поверхности под сусальное золото и закрепления золотой отделки.



Рис. 3 Обработка древесины канифолью



Рис. 4 Поверхность древесины до и после обработки шеллаком

При обработке им древесины имеется ряд преимуществ:

– состав быстро отверждается;

– покрытие шеллаком не темнеет со временем;

– имеет слабый запах при нанесении.

Недостатки покрытия на основе шеллака:

– быстрое высыхание не позволяет выравнивать поверхностную пленку способом «мокрый по мокрому»;

– шеллачные составы имеют ограниченный срок хранения;

– низкая стойкость к абразивному износу, воздействию тепла и жидкостей, например, в сравнении с полиуретаном.

Не смотря на большое количество современных лакокрасочных материалов с большим спектром защитных свойств, все виды масел, как и канифоль с шеллаком, используются в отделке древесины и сегодня. Состав необходимо выбирать в зависимости от того, для чего будет в дальнейшем использоваться деревянное изделие [6]. Отделка натуральными материалами позволяет сохранить эстетические свойства древесины и является безопасной для человека.

Список источников

1. Масла для древесины: какие бывают, зачем нужны и как правильно использовать // Goodhim : [сайт]. URL: https://goodhim.com/stati-i-video/masla-dlya-drevesiny/ (дата обращения: 27.02.2026).

2. Как правильно наносить масло на дерево? // ЛесоБаза : [сайт]. URL: https://лесобаза.рф/blog/kak-pravilno-nanosit-maslo-na-derevo/ (дата обращения: 27.02.2026).

3. Русский цвет : [сайт]. URL: https://www.russcvet.ru/articles/kakaya_-byvaet_olifa_vidy_i_osobennost i/ (дата обращения: 27.02.2026).

4. Дубовская Л. Ю.Технология отделки мебели и столярных изделий. Минск : РИПО, 2019. 295 с.

5. Демитрова И. П. Защитно-декоративные материалы и покрытия древесины и древесных материалов. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. 248 с.

6. Совина С. В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. Испытания защитно-декоративных покрытий : методические указания. Екатернбург : Изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2010. 47 с.

Научная статья
УДК 674.2,052: 674.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЛИЦОВЫВАНИИ МЕБЕЛЬНЫХ ФАСАДОВ

Святослав Андреевич Тобышев[1], Дмитрий Викторович Шейкман[2], Олег Николаевич Чернышев[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] tobyshev_svyatoslav@mail.ru
[2] sheikmandv@m.usfeu.ru
[3] chernyshevon@m.usfeu.ru

Аннотация. Облицовывание мебельных фасадов различными декоративными материалами – актуальная тема для дизайна мебели и интерьера. Предлагается использование бересты в мебельной промышленности, рассмотрены материалы, оборудование и технологический процесс нанесения природного материала на фасады мебели.

Ключевые слова: березовая кора (береста), мебельный фасад, технология облицовки, контактный клей, защитное покрытие

Для цитирования: Тобышев С. А. Шейкман Д. В., Чернышев О. Н. Использование природных материалов в облицовывании мебельных фасадов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 518–522.

Original article

USING NATURAL MATERIALS IN FURNITURE FACADES LAMINATING

Svyatoslav A. Tobyshev[1], Dmitry V. Sheikman[2], Oleg N. Chernyshev[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] tobyshev_svyatoslav@mail.ru
[2] sheikmandv@m.usfeu.ru
[3] chernyshevon@m.usfeu.ru

Abstract. Laminating furniture facades with various decorative materials, a relevant topic for furniture and interior design. The use of birch bark in the furniture industry is proposed, and the materials, equipment, and technological process of applying natural material to furniture facades are considered.

© Тобышев С. А., Шейкман Д. В., Чернышев О. Н., 2026

Keywords: birch bark, furniture facade, laminating technology, contact glue, protective coating

For citation: Tobyshev S. A., Sheikman D. V., Chernyhsev O. N. (2026) Ispol`zovanie prirodny`x materialov v obliczovy`vanii mebel`ny`x fasadov [Using natural materials in furniture facades laminating]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 518–522. (In Russ).

Мастера использовали бересту для изготовления изделий народных художественных промыслов. С давних времен (IX в.) в России посуду из бересты применяли для хранения и переноса продуктов. Туеса и изделия из бересты украшали тиснением, чтобы подчеркнуть их ценность и привлекательность. Тиснение на бересте позволяло создавать уникальные узоры и орнаменты, отражающие народные традиции и мастерство ремесленников. Изделия из бересты были популярны благодаря своей долговечности и способности сохранять свежесть продуктов.

Береста – это верхний слой березовой коры, белый снаружи и золотисто-желтый изнутри. Из бересты с давних пор делали предметы бытовой утвари (туеса, короба, корзины, кошели), лапти, игрушки для детей. Использовали бересту и в качестве бумаги, о чем свидетельствуют берестяные грамоты, найденные в Новгороде Великом.

Лучше использовать бересту, снятую с берез в возрасте от 20 до 40 лет с гладким ровным стволом (диаметром более 160...200 мм). Для прорезной резьбы больше подходит береста молодых деревьев в возрасте 15–16 лет.

Бересту заготовляют в период «линьки», когда она легко отделяется от ствола (с середины мая до середины июня). Существуют три вида заготовок бересты:

1) заготовка пластевой бересты. Пластевая береста – это кусок, лист бересты, ограниченный по длине размером окружности ствола. Из пластевой бересты можно изготавливать обшивку (рубашку) для облицовывания фасадов, туеса или плоские ленты для плетения;

2) заготовка берестяной ленты. Берестяная лента – это полоса бересты, снимаемая с березы по спирали. Используется для плетеных изделий;

3) заготовка склотня. Склотень (берестяной цилиндр) – это береста, снимаемая со ствола целиком. Из склотня делают внутренние стенки герметичных берестяных сосудов – туесов.

Для заготовки пластовой бересты и берестяной ленты используют нож-резак, для съема ленты используют также резак с ограничителем (резак Федорова). При заготовке склотня применяют пилу, топор и сочалку – инструмент штыковидной формы, предназначенный для отделения коры от древесины.

При снятии бересты с растущего дерева самое главное – не повредить луб. Существуют два основных вида плетения из бересты: прямое плетение, когда берестяные ленты расположены относительно друг друга под прямым углом (используется для создания плоских изделий: салфеток, обложек для книг), и косое плетение, когда берестяные ленты расположены под углом 45º.

Сшивают бересту узкими лентами из бересты материала через проколотые отверстия. Тиснением выполняют часто повторяющийся углубленный рельеф с помощью чеканов. Резьба является наиболее эффективным приемом украшения изделий из бересты. Прорезная береста может выполнятся в сочетании с тиснением [1].

«Причудливой формы кусочек коры таит в себе частицу прекрасного. Увиденные глазами художника, обработанные руками мастера, они превращаются в оригинальные произведения искусства» [2].

Береста имеет превосходные бактерицидные свойства. Ученые доказали, что кора березы содержит ионы серебра, которые, как известно, препятствуют размножению бактерий. Таким образом, она выводит яды и токсины и очищает продукты питания [3].

Предлагается использовать кору березы на фасадах мебели для улучшения эстетического восприятия, декоративности оформления интерьера, а также повышения экологической безопасности изделий.



Рис. 1. Берестяная кора при декорировании фасадов комода

Применение коры березы в качестве облицовочного материала для фасадов требует точного соблюдения технологического процесса для обеспечения прочного и долговечного использования. Существуют варианты облицовывания фасадов различными материалами пленка, шпон и т. д.

Материалы и оборудование, применяемые в технологическом процессе:

Основа (подложка) (МДФ, ДСП, массив), лист коры березы (бересты) (толщиной: 1,3–1,7 мм), специальный клей (дисперсионный поливинилацетатный, полиуретановый или контактный клей), грунтовка для повышения адгезии (опционально), защитно-декоративное покрытие (лак на водной или полиуретановой основе, масло-воск).

Вакуумно-мембранный пресс (для равномерного прижатия), валики, кисти для нанесения клеевого слоя, острый столярный нож и ручная фрезерная машинка, шлифовальная машина с мелкой наждачной бумагой (Р240–Р400), микрофибровая салфетка для удаления пыли.

Подготовка основания. Подложка-основа для нанесения листа березовой коры очищается от пыли, жира и других загрязнений, а при сложных основаниях рекомендуется использовать грунтовку, повышающую адгезию клея к поверхности. При необходимости поверхность шлифуется до однородного состояния для улучшения сцепления и адгезии.

Нанесение клеевого состава. На основание и на лист коры (бересту) равномерным слоем наносится контактный клей. Контактные клеи требуют выдержки обработанных поверхностей 10–20 мин.

Технологические режимы приклеивания березовой коры (бересты). Соединение деталей с помощью полосок бересты. Перед сшиванием полоски нарезают, замачивают в теплой воде для эластичности, а затем используют для соединения элементов изделия. Чтобы края не смещались, их фиксируют иголкой [3].

Березовая кора (береста) наносится на основание и тщательно разравнивается валиком, чтобы удалить остатки воздуха и обеспечить равномерное прилегание. Для наилучшего результата используют прессование (Вакуумно-мембранный прессом) примерно в течение 30 мин (в зависимости от марки клея).

После полного высыхания клея свесы (бересты) удаляются вручную с помощью ножа или фрезерной машинки. Кромки тщательно шлифуются до достижения соответствующим требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническим условиям шероховатости [4].

После выдержки и высыхания клеевого слоя наносится финишное защитно-декоративное покрытие, лак или масло-воск в 1–2 слоя для защиты и увеличения износостойкости [5].

Проверяется прочность сцепления основы с подложкой, равномерность клеевого слоя, отсутствие воздушных пузырей. Эксплуатировать изделия рекомендуется только после полного высыхания финишного покрытия и технологической выдержки.

Таким образом, правильная подготовка поверхности, тщательный подбор клея и соблюдение этапов прессования обеспечивают долговечность и высокие эксплуатационные свойства берестяного покрытия на фасаде мебели. Современные технологии позволяют создавать экологичную, практичную, эстетичную и износостойкую мебельную продукцию с применением натуральных природных материалов, в частности коры (бересты). Преимущества бересты в изготовлении фасадов заключаются в его пластичности, удивительной прочности и легкости, простоте в использовании и устойчивости к гниению.

Список источников

1. Шейкман Д. В. Художественная обработка древесины. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 99 с.

2. Луканский Э. Л. Сотвори радость. Минск : Полымя, 1997. 368 с.

3. Справочник мебельщика / В. Е. Кузнецов, Б. И. Артамонов, В. Ф. Савченко, В. Н. Розов ; под ред. В. П. Бухтиярова. 2-е изд., перераб. М. : Лесн. пром-сть, 1985. 360 с.

4. ГОСТ 6449–82. Изделия из древесины и древесных материалов. М., 1982. 30 с.

5. Что выбрать для покрытия деревянного пола – лак, масло или воск? // ProGermetic : [сайт]. URL: https://progermetik.ru/articles/chto-vybrat-dlya-pokrytiya-derevyannogo-pola-lak-maslo-ili-vosk.html (дата обращения: 10.06.2025).

Научная статья
УДК 630

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Дмитрий Алексеевич Торочков
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
torochkov501@gmail.com

Аннотация. Обзор систематизирует факторы и методы, влияющие на качество поверхности древесины при шлифовании. Рассматривается влияние структуры материала, геометрии абразивного инструмента и режимов обработки на шероховатость. Особое внимание уделено выбору зернистости и режимов для минимизации энергозатрат.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, шлифование, шлифовальная шкурка, зернистость, режимы обработки, абразивный инструмент

Для цитирования: Торочков Д. А. К вопросу повышения качества изделий из древесины при абразивной обработке // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 523–527.

Original article

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE QUALITY OF WOOD PRODUCTS DURING ABRASIVE PROCESSING

Dmitry A. Torochkov
Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia
torochkov501@gmail.com

Abstract. The review systematizes the factors and methods influencing the quality of wood surface during abrasive machining. The influence of the material structure, abrasive tool geometry, and processing regimes on surface roughness is considered. Particular attention is paid to the selection of grain size and processing parameters to minimize energy costs.

Keywords: surface roughness, grinding, abrasive paper, grit size, process parameters, abrasive tool

© Торочков Д. А., 2026

For citation: Torochkov D. A. (2026) K voprosu povy`sheniya kachestva izdelij iz drevesiny` pri abrazivnoj obrabotke [On the issue of improving the quality of wood products during abrasive processing]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 523–527. (In Russ).

Современная технология механической обработки древесины требует комплексного понимания физико-механических процессов, происходящих в зоне контакта абразивного инструмента и обрабатываемого материала. Важнейшим критерием качества изделий является микрогеометрическая структура поверхности, оцениваемая показателями шероховатости, которая влияет как на эстетические свойства изделий, так и на их эксплуатационные характеристики и расход отделочных материалов при последующей отделке. В результате анализа накопленных исследований видно, что на формирование шероховатости существенное влияние оказывают три группы факторов: структурные параметры древесины (направление волокон, плотность, влажность, микроструктурные неоднородности годичных слоев), инструментальные характеристики (геометрия и радиус притупления режущих кромок, форма и материал абразивных зерен, способ и плотность нанесения зерна на основу) и режимные параметры обработки (толщина снимаемого слоя, скорость резания, скорость подачи, давление прижима). Данные выводы подтверждаются экспериментами, проведенными в лабораторных условиях, в которых варьировали толщину стружки, радиус кривизны лезвия, углы резания и встреч с волокнами, а также прочие параметры, позволяя выделить оптимальные диапазоны параметров для минимизации шероховатости [1].

Особое значение имеет угол встречи режущей кромки с волокнами: для продольного взаимодействия, при котором вектор движения инструмента совпадает с направлением волокон, достигается наилучшее качество поверхности. С увеличением угла встречи (особенно при $\gamma > 60°$) наблюдается резкий рост микронеровностей в результате разрушения волокнистой структуры и вырывов. Экспериментальные данные указывают на диапазон $\gamma \approx 15–30°$ в сочетании с толщиной стружки $h \approx 0{,}10–0{,}15$ мм и радиусом кривизны режущей кромки $\rho \approx 20–30$ мкм как наиболее благоприятный для получения минимальных значений шероховатости без существенного увеличения энергозатрат. Эти выводы опираются на измерения профилографическим методом и корреляционный анализ зависимости высоты максимальных неровностей от исследуемых параметров.

При абразивной обработке (шлифовании) принципиально иное поведение обусловлено дисперсной природой режущего инструмента: режущую функцию выполняет совокупность абразивных зерен с неоднородной

ориентацией, формой и степенью остроты. Важными технологическими характеристиками шлифовальной шкурки являются зернистость, структура насыпки (плотная, полуоткрытая, разряженная), материал зерна (электрокорунд, карбид кремния), вид связки и основа (бумага, ткань, фибра, синтетика), а также наличие антипригарных покрытий, например стеарата. Для шлифования твердых пород и плитных материалов чаще применяют электрокорунд белого типа либо карбид кремния для особо твердых лакированных поверхностей; выбор основы и типа связки определяется требованиями к гибкости, прочности и водостойкости [2].

Производительность и стойкость шлифовальной шкурки зависят от комбинации режима и конструкции инструмента. С увеличением давления прижима возрастает число активных зерен в контакте, что повышает массовую производительность, но одновременно ускоряет засаливание при плотной насыпке зерна и может ухудшать качество при неоптимальном сочетании параметров. Электростатический метод нанесения зерна позволяет ориентировать продолговатые зерна острием вниз, что повышает режущую способность и удельную производительность по сравнению с гравитационным методом. Также отмечено, что шкурки с умеренной степенью насыпки (примерно 70–75 %) часто демонстрируют более высокую работоспособность по сравнению с полностью плотной насыпкой за счет лучшего отвода стружки и пониженного засаливания.

При практической настройке технологического процесса рекомендуется комбинировать операции: черновое шлифование с крупной зернистостью для снятия припуска и выравнивания поверхности, и последующее получистовое/чистовое шлифование с последовательным уменьшением зернистости для достижения требуемой шероховатости. Оптимальный режим подачи и глубина съема должны соответствовать характеристикам инструмента и породе древесины: для мягких и смолистых пород целесообразна более открытая структура насыпки, уменьшающая засаливание, тогда как для твердых лиственных пород оправдана более плотная насыпка и применение белого электрокорунда.

С точки зрения дальнейших исследований заметна нехватка работ, посвященных детальному изучению влияния геометрии отдельных абразивных зерен и их динамики при ударно-абразивных взаимодействиях, а также определения глубины резания одиночным зерном в зависимости от нормальной силы резания. Частично такие вопросы отмечены как перспективные в ряде обзоров и экспериментальных исследований; их решение позволило бы более точно моделировать процесс и разрабатывать материалы с целенаправленной структурой рабочего слоя.

Таким образом, современное состояние вопроса позволяет сформулировать практические рекомендации: рациональный подбор зернистости и структуры насыпки в сочетании с подходящими режимами подачи и давления прижима, применение ориентированных методов нанесения зерна

и использование комбинированных технологических схем чернового и чистового шлифования – все это обеспечивает требуемое качество поверхности при экономных энергетических затратах. Сохранение и систематизация экспериментальных данных по паре «инструмент–режим» по конкретным породам древесины позволит перевести эмпирические зависимости в формализованные методики расчета режимов для промышленных задач.

Дополнительное внимание в современных исследованиях уделяется микромеханизму взаимодействия абразивного зерна с древесиной. Процесс шлифования представляет собой совокупность множественных актов микроударного резания и трения, в ходе которых отдельные абразивные зерна, имеющие отрицательные передние углы и случайную ориентацию, проникают в поверхностный слой древесины, вызывая срезание микрочастиц и упругопластические деформации волокон. При этом на единичное зерно действуют нормальные и касательные силы, сумма которых определяет локальную температуру и энергию резания. Наиболее значительные энергетические потери связаны с процессами трения и деформации, а не с собственно срезанием материала, что отличает шлифование от других видов механической обработки. Согласно экспериментальным данным, зона контакта при шлифовании характеризуется быстрым затуплением зерен и частичной потерей их режущей способности уже на начальном этапе работы. Затупление приводит к возрастанию касательных сил и температуре в зоне контакта, а также к интенсификации засаливания шкурки продуктами резания. Для снижения этих эффектов применяются шлифовальные шкурки с покрытием стеарата цинка или кальция, создающим антифрикционный и антистатический слой, что способствует уменьшению трения и повышает стойкость инструмента. Кроме того, все большее распространение получает применение электростатического метода нанесения абразивных зерен, при котором продолговатые зерна ориентируются острием к основе, обеспечивая более равномерное и агрессивное резание древесины.

Современные тенденции в развитии абразивных материалов ориентированы на повышение их износостойкости, самозатачивающейся способности и стабильности геометрии зерен. Традиционные материалы – электрокорунд и карбид кремния – дополняются новыми композициями на основе керамических абразивов и микрокристаллических структур, которые обладают более высокой твердостью и способны сохранять режущие свойства при длительной работе. Перспективным направлением является разработка абразивов с контролируемой хрупкостью, что позволяет обеспечить частичное самообновление режущих кромок при разрушении зерен. Замена мездрового клея на синтетические смолы, например фенольные, эпоксидные или полиэфирные, существенно увеличивает термостойкость и срок службы инструмента. При интенсивной обработке шкурки сочетающие синтетические тканевые или комбинированные основы

и синтетические смолы демонстрируют наибольшую устойчивость к нагрузкам и перепадам температур. Гибридные материалы сочетают в себе прочность и стабильность геометрии шкурки с эластичностью, что позволяет формировать устойчивый контакт с древесиной и обеспечивает равномерность работы абразивных зерен, что наиболее значимо при финишной обработке. Развитие данных направлений способствует созданию интеллектуальных абразивных материалов, которые могут эффективно подстраиваться под изменяющиеся условия обработки.

Список источников

1. Анализ влияния формы абразивного зерна на эффективность процесса шлифования древесины / В. В. Сергеевичев, А. В. Сергеевичев, Е. О. Овчарова, А. С. Машутин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. 2017. Т. 3. С. 115–117.

2. Анализ процесса стружкообразования при шлифовании древесины абразивными зернами / А. В. Сергеевичев, В. В. Сергеевичев, А. А. Лебедев [и др] // Сборник статей по материалам научно-технической конференции института технологических машин и транспорта леса по итогам научно-исследовательских работ. 2022. С. 471–476.

Научная статья
УДК 674.03

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Полина Вадимовна Тыпик[1], Екатерина Александровна Дербинская[2]
[1, 2] Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь
[1] typik.polya@gmail.com
[2] Katederbinskaya@mail.ru

Аннотация. Статья освещает состояние и перспективы деревянного домостроения в Беларуси. Проанализированы предпосылки отрасли, сырьевая база и меры государственной поддержки. Выявлены проблемы, сдерживающие распространение технологии, и предложены пути их решения.

Ключевые слова: деревянное домостроение, домокомплект, лесной комплекс

Для цитирования: Тыпик П. В., Дербинская Е. А. Особенности и перспективы развития деревянного домостроения в Республике Беларусь // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 528–531.

Original article

FEATURES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF WOODEN HOUSING CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Polina V. Typik[1], Ekaterina A. Derbinskaya[2]
[1, 2] Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus
[1] typik.polya@gmail.com
[2] Katederbinskaya@mail.ru

Abstract. The article examines the current state and prospects of wooden house construction in Belarus. The prerequisites of the industry, the raw material base and government support measures are analyzed. The problems hindering the spread of technology have been identified and ways to solve them have been proposed.

Keywords: wooden housing construction, prefabricated house kit, forestry complex

© Тыпик П. В., Дербинская Е. А., 2026

For citation: Typik P. V., Derbinskaya E. A. (2026) Osobennosti i perspektivy` razvitiya derevyannogo domostroeniya v Respublike Belarus` [Features and prospects for the development of wooden house construction in the Republic of Belarus]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 528–531. (In Russ).

Развитие деревянного домостроения в Республике Беларусь является стратегически важной задачей, обусловленной наличием значительных лесных ресурсов, необходимостью импортозамещения и рационализации строительного комплекса. Несмотря на исторические традиции и принимаемые на государственном уровне меры поддержки, доля деревянных домов в общем объеме жилищного строительства остается недостаточной. Целью данной статьи является анализ особенностей, проблем и перспектив развития деревянного домостроения в Беларуси на основе изучения современных публикаций и нормативных документов. Для достижения цели поставлены задачи исследовать предпосылки развития, оценить текущее состояние, выявить ключевые барьеры и сформулировать перспективные направления роста отрасли.

Основой для развития отечественного деревянного домостроения служит мощная сырьевая база. Лесистость территории Беларуси составляет 40,1 %, а расчетная лесосека используется не в полном объеме, что создает потенциал для наращивания глубокой переработки древесины [2].

Важнейшим драйвером отрасли является целенаправленная государственная политика. Принятие Указа Президента Республики Беларусь «О развитии деревянного домостроения» стало системным шагом в этом направлении. Документ предусматривает меры по стимулированию использования деревянных конструкций в строительстве, в т. ч. многоквартирных жилых домов, объектов социального и рекреационного назначения [1, 3].

Как отмечают эксперты, реализация этого Указа уже дала первый результат: «в стране построены и строятся детские сады, многоэтажные жилые дома по технологии деревянного домостроения. Это пилотные проекты, которые должны показать все преимущества такого вида строительства» [5]. Таким образом, государственная поддержка создает фундамент для преодоления существующих барьеров и формирования современной, конкурентоспособной отрасли.

Современное белорусское деревянное домостроение выходит за рамки традиционных срубов и представлено передовыми технологиями. Ведущей тенденцией является развитие каркасного и панельного домостроения, а также строительства из клееного бруса.

Каркасная технология признается одной из наиболее перспективных благодаря своей экономичности, высокой скорости возведения и энергоэффективности. «Каркасные дома очень теплые, и на их отопление требуется меньше энергии», – подчеркивается в отраслевых изданиях [5]. Технология клееного бруса открывает возможности для реализации сложных архитектурных проектов и строительства зданий повышенной этажности [2].

Особое внимание уделяется развитию производственной базы. Как сообщает издание «СБ. Беларусь сегодня»: «холдинг Беллесбумпром создает кластер деревянного домостроения полного цикла – от заготовки древесины до производства домокомплектов и возведения под ключ объектов любой сложности» [3]. Это свидетельствует о переходе от разрозненных усилий отдельных предприятий к созданию интегрированной отраслевой структуры.

Несмотря на благоприятные предпосылки, развитие отрасли сталкивается с рядом задач.

1. Существующая нормативная база в значительной степени ориентирована на традиционные строительные материалы (бетон, кирпич). Отсутствие детальных и современных технических нормативных правовых актов, регламентирующих применение новых деревянных конструкций, сдерживает их широкое внедрение, особенно в многоэтажном строительстве [2].

2. Острой проблемой является нехватка квалифицированных специалистов. «Для массового строительства нужны прорабы, инженеры, которые хорошо разбираются в этих технологиях. Пока таких специалистов готовится недостаточно», – констатирует представитель отрасли [5]. Эта проблема требует модернизации образовательных программ в вузах и системы повышения квалификации.

3. В массовом сознании сохраняются стереотипы, связывающие деревянные дома с низкой долговечностью, пожароопасностью и архаичностью. «До сих пор в обществе бытует мнение, что дом из дерева – это одноэтажная постройка где-нибудь на окраине деревни», – отмечается в публикациях [5]. Преодоление этих стереотипов требует проведения масштабной информационно-разъяснительной работы.

Перспективы развития деревянного домостроения в Беларуси связаны с реализацией нескольких стратегических направлений.

1. Наиболее яркой тенденцией является развитие многоэтажного деревянного домостроения. Использование технологий на основе клееной древесины (CLT-панели) позволяет возводить жилые дома высотой до 5–7 этажей. Пилотные проекты в этом направлении уже реализуются [1, 2]. Также перспективно использование дерева при строительстве социальных объектов: детских садов, школ, физкультурно-оздоровительных комплексов.

2. Беларусь позиционирует себя как потенциального экспортера не просто пиломатериалов, а готовых домокомплектов и архитектурных решений. «Республика Беларусь может стать региональным центром компетенций в области деревянного домостроения», – считают авторы концепции развития [2]. Основными целевыми рынками рассматриваются Россия, Казахстан.

3. Дальнейшее развитие отрасли невозможно без преодоления стереотипов и популяризации дерева как современного, высокотехнологичного и экологичного материала. Успешная реализация пилотных проектов, активное участие в международных выставках и грамотная информационная кампания будут способствовать изменению общественного восприятия и формированию спроса на деревянное жилье [4, 5].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что деревянное домостроение в Беларуси находится на этапе активного формирования как современная и перспективная отрасль экономики. Наличие мощной сырьевой базы создают прочный фундамент для ее развития.

Ключевыми особенностями становления отрасли являются ориентация на высокие технологии (каркас, CLT), кластерный подход и амбициозные экспортные планы. Однако для реализации всего потенциала необходимо последовательное решение ряда проблем: совершенствование нормативной базы, подготовка квалифицированных кадров и планомерная работа по преодолению консервативных представлений о дереве как о строительном материале. Успех в этом направлении позволит не только удовлетворить внутренний спрос на качественное и доступное жилье, но и вывести Беларусь в число лидеров регионального рынка деревянного домостроения.

Список источников

1. Перспективы деревянного домостроения в Беларуси [Электронный ресурс]. 2011. URL: https://bsc.by/ru/story/perspektivyderevyannogodomostroeniya-v-belarusi (дата обращения: 02.03.2026).

2. Концепция развития деревянного домостроения в Республике Беларусь / С. В. Леонович [и др.]. Минск : БГТУ, 2019. URL: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/30686/1/Leonovich_Koncepciya_razvitiya.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

3. Вырастет лес домов [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://www.sb.by/articles/vyrastet-les-domov.html (дата обращения: 02.03.2026).

4. Современные тенденции в области деревянного домостроения [Электронный ресурс]. 2020. URL: https://rep.bntu.by/bitstream/-handle/data/7822/ %d0 %a1. %20122-123.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 02.03.2026).

5. Дом из дерева – это модно : [сайт]. URL: https://lesgazeta.by/dom-iz-dereva-eto-modno/ (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 674.815

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО СВЯЗУЮЩЕГО В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Елизавета Сергеевна Федосеева[1], Анастасия Владимировна Алексеева[2], Ирина Валерьевна Яцун[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] fedoseeva.liza2017@gmail.com
[2] nastya261001@gmail.com
[3] yatsuniv@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы применения клеевых материалов на основе формальдегидных смол в производстве древесных композиционных материалов. В качестве экологичной альтернативы предложен биополимерный композит – полилактид (ПЛА).

Ключевые слова: древесные композиционные материалы, клеи на основе формальдегидных смол, биополимерный композит, полилактид, биоразлагаемое связующее

Для цитирования: Федосеева Е. С., Алексеева А. В., Яцун И. В. О возможности использования биоразлагаемого связующего в производстве древесных композиционных материалов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 532–535.

Original article

ABOUT THE POSSIBILITY OF USING BIODEGRADABLE BINDER IN THE PRODUCTION OF WOOD COMPOSITE MATERIALS

Elizabeth S. Fedoseeva[1], Anastasia V. Alexeeva[2], Irina V. Yatsun[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] fedoseeva.liza2017@gmail.com
[2] nastya261001@gmail.com
[3] yatsuniv@m.usfeu.ru

Abstract. The problems of using formaldehyde-based resins in the production of wood composite materials are considered. A biopolymer composite—polylactide (PLA) – is proposed as an eco-friendly alternative.

© Федосеева Е. С., Алексеева А. В., Яцун И. В., 2026

Keywords: wood composite materials, formaldehyde-based resins, biopolymer composite, polylactide, bio-degradable binder

For citation: Fedoseeva E. S., Alexeeva A. V., Yatsun I. V. (2026) O vozmozhnosti ispol`zovaniya biorazlagaemogo svyazuyushhego v proizvodstve drevesny`x kompozicionny`x materialov [About the possibility of using biodegradable binder in the production of wood composite materials]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 532–535. (In Russ).

Производство древесных композиционных материалов, таких как древесностружечные плиты (ДСтП), древесноволокнистые плиты средней плотности (МДФ) и фанера и др., в значительной степени базируются на применении синтетических полимерных связующих на основе формальдегида. К числу наиболее распространенных полимеров относятся карбамидоформальдегидные, меламиноформальдегидные и фенолформальдегидные смолы.

Их доминирующее положение обусловлено рядом неоспоримых технологических и экономических преимуществ [1]:

– высокие адгезионные характеристики: обеспечивают прочное и стабильное соединение древесных частиц, придавая плитам требуемые физико-механические свойства (предел прочности при статическом изгибе, модуль упругости, твердость и т. д.);

– технологичность: обладают оптимальной вязкостью и временем жизнеспособности, что позволяет эффективно интегрировать их в существующие производственные линии;

– низкая стоимость: относительная дешевизна и доступность исходного сырья (формальдегида, карбамида, фенола) делает данные виды связующих экономически выгодными.

Вместе с тем, использование данных видов связующих связано с рядом существенных недостатков, которые ограничивают их дальнейшее применение [1]:

– токсикологический риск: способность к миграции (эмиссии) свободного формальдегида из готовой продукции в течение всего срока службы (формальдегид классифицируется как канцерогенное и аллергенное вещество, что представляет потенциальную опасность для здоровья человека и окружающей среды);

– зависимость от ископаемого сырья: производство данных смол базируется на нефтехимических продуктах, что ставит его в зависимость от колебаний цен на нефть и не соответствует принципам устойчивого развития, ориентированным на возобновляемые ресурсы;

– экологическая нагрузка: плиты, связанные формальдегидными смолами, трудно поддаются биодеградации, а их сжигание или захоронение может приводить к вторичному загрязнению окружающей среды.

В связи с глобальной тенденцией к ужесточению экологических нормативов и повышением требований к безопасности материалов доминирование формальдегидных смол в производстве древесных композитов становится проблематичным в связи с доказанной токсичностью и канцерогенностью выделяемого формальдегида. Поэтому разработка экологически безопасных альтернативных решений в настоящее время представляет собой важнейшую научно-техническую задачу.

В качестве перспективного направления модернизации технологии предлагается рассмотреть стратегию полной замены связующих на основе формальдегидных смол на биополимерные композиты. Одним из наиболее перспективных материалов, используемых в настоящее время в промышленности, является полимолочная кислота, или полилактид.

Данный биополимер является универсальным, коммерчески выпускаемым биоразлагаемым термопластичным материалом, получаемым на основе молочной кислоты. Мономерная молочная кислота может получаться исключительно из возобновляемых источников, таких как кукуруза или сахарная свекла [2].

Полилактид (далее ПЛА) обладает комплексом преимуществ, в сравнении с рядом других биополимеров, что обуславливает его растущую применимость [3]:

– экологическая безопасность и жизненный цикл: синтезируется из возобновляемого сырья, что снижает зависимость от ископаемых ресурсов. Материал является биоразлагаемым и при соответствующих условиях может подвергаться промышленному компостированию и рециклингу, что способствует реализации моделей циркулярной экономики;

– биосовместимость: нетоксичносичен;

– технологичность переработки: высокие показатели перерабатываемости и термостабильности по сравнению с такими биополимерами, как поли (гидроксилалканоатом) (ПГА), полиэтиленгликолем (ПЭГ) и поли (γ-капролактоном) (ПКЛ);

– низкая стоимость: за счет оптимизации процессов производства молочной и полимолочной кислот и на фоне повышения уровня спроса на полилактид наблюдается снижение цены на него.

Использование ПЛА в качестве связующего для формирования древесностружечных плит может привести к следующим положительным аспектам [4]:

а) отсутствие выделений формальдегида: соответствует строгим стандартам безопасности;

б) снижение вредного воздействия на здоровье (жилые помещения, мебель и детские изделия);

в) экологичность: использование возобновляемых источников, снижение выбросов углерода;

г) улучшенные эксплуатационные характеристики: повышенная влагостойкость, прочность и долговечность.

Поэтому замена традиционных видов связующих на доступные, технологичные, экологически безопасные (такие как полилактид) является актуальной задачей и представляет интерес в плане экспериментальных исследований.

Список источников

1. Шварцман Г. М., Щедро Д. А. Производство древесностружечных плит. М. : Лесная промышленность, 1987. 315 с.

2. Древесные плиты нового поколения: биополимерные связующие технологии : [сайт]. URL: https://rosstip.ru/news/4962-drevesnye-plity-novogo-pokoleniya-biopolimernye-svyazuyushchie-tekhnologii (дата обращения: 25.11.2025).

3. Полимолочная кислота – самый востребованный биоразлагаемый полимер (справочник) // Plastinfo : [сайт]. URL: https://plastinfo.ru/information/-articles/690/?ysclid=mi8ecjl5be513840626 (дата обращения 25.11.2025).

4. Бессонова В. А. Сложные полиэфиры: полилактид и поликапролактон // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 1. URL: https://web.snauka.ru/issues/2017/01/77253 (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 624.071.22

ПРОЕКТ МАШИНЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И НАМОТКИ КАНАТОВ

Виктор Васильевич Целио[1], Вадим Владимирович Васильев[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] chervonec2018@yandex.ru
[2] vasilyevvv @m.usfeu.ru

Аннотация. В статье обоснована необходимость и представлен проект канатно-намоточного машины, которая позволяет хранить, осуществлять мерную намотку и транспортировку каната.

Ключевые слова: канаты, намоточные машины, привод, принимающее устройство

Для цитирования: Целио В. В., Васильев В. В. Проект машины для хранения и намотки канатов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 536–539.

Original article

PROJECT OF A MACHINE FOR STORING AND REELING ROPES

Victor V. Tselio[1], Vadim V. Vasilyev[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] utalkvik@gmail.com
[2] vasilyevvv @m.usfeu.ru

Abstract. The article substantiates the need and presents a design for a rope reeling machine that allows for the storing, measured winding and transportation of rope.

***Keywords*:** ropes, reeling machines, drive, receiving device

For citation: Tselio V. V., Vasilyev V. V. (2026) Proekt mashiny` dlya xraneniya i namotki kanatov [Project of a machine for storing and reeling ropes]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 536–539. (In Russ).

© Целио В. В., Васильев В. В., 2026

Намоточные станки представляют собой специализированное оборудование, предназначенное для выполнения мерной перемотки длинномерного материала [1].

Станки бывают разных конструкций, но чаще всего имеют раму, выполненную, как правило, из стального профиля, привод, состоящий из мотор-редуктора или промежуточного вала со шкивом для клиноременной передачи, отдающего и принимающего устройств, стойку для мерного устройства и канатоукладчика (рис. 1).

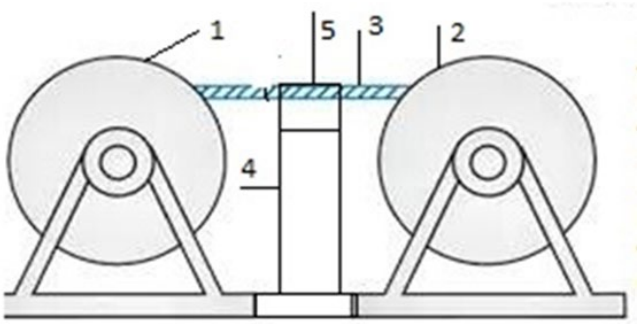


Рис. 1. Принципиальная схема намоточного станка:
1 – отдающее устройство; *2* – принимающее устройство; *3* – канат;
4 – стойка; *5* – мерное устройство и канатоукладчик

В настоящее время на рынке представлено значительное количество намоточного оборудования различных марок.

Среди них можно отметить следующие: станок намоточный СМОЛ УНТ-10, обладающий универсальностью в части диапазонов диаметров каната и высокой степенью автоматизации процесса, станок МНТБ 1,4-2АМ с высокой грузоподъемностью, устройство для размотки кабельных барабанов МРТБ 25-12ВТ, отличающееся универсальностью в применении, но с низкой степенью механизации.

Несмотря на все достоинства представленных станков, все они имеют один существенный недостаток – ни одно из них не может одновременно выполнять сразу несколько функций: хранение, мерную намотку, и транспортировку каната.

На рис. 2 представлена схема проекта компактной канато-намоточной машины, позволяющей хранить, осуществлять мерную намотку и транспортировку стального каната в соответствии с условиями, регламентированными работой [2].

Отдающие устройства *2* для хранения стальных канатов разных размеров свободно устанавливаются на перекладинах рамы-стеллажа *1*.

Принимающее устройство *3* с червячным приводом установлено на тележке, имеющей возможность перемещаться вдоль рамы, что дает возможность осуществлять перемотку каната любого диаметра, любой длины с любого отдающего устройства, установленного на раме-стеллаже.

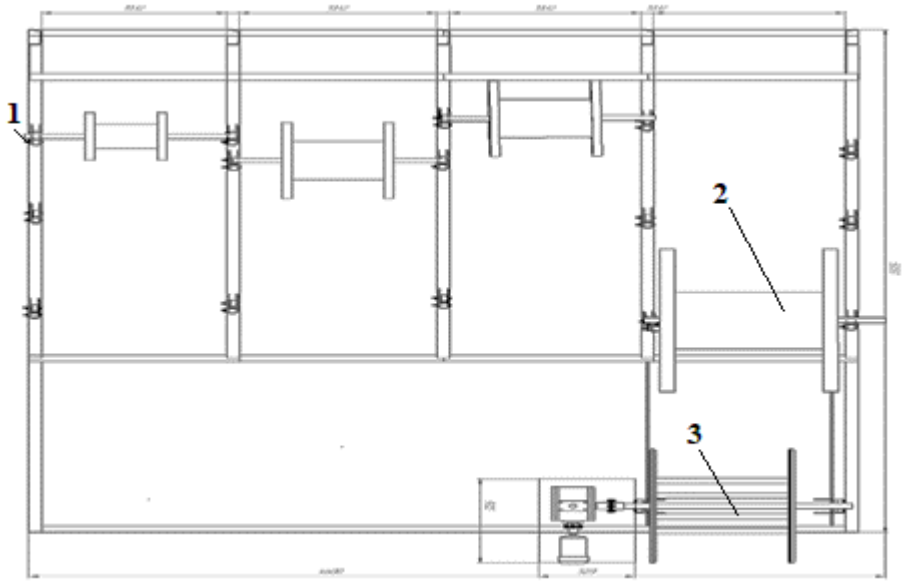


Рис. 2. Схема проекта канато-намоточной машины:
1 – рама-стеллаж; *2* – отдающее устройство; *3* – принимающее устройство

Конструкция привода потребовала разработки индивидуального червячного редуктора (рис. 3).

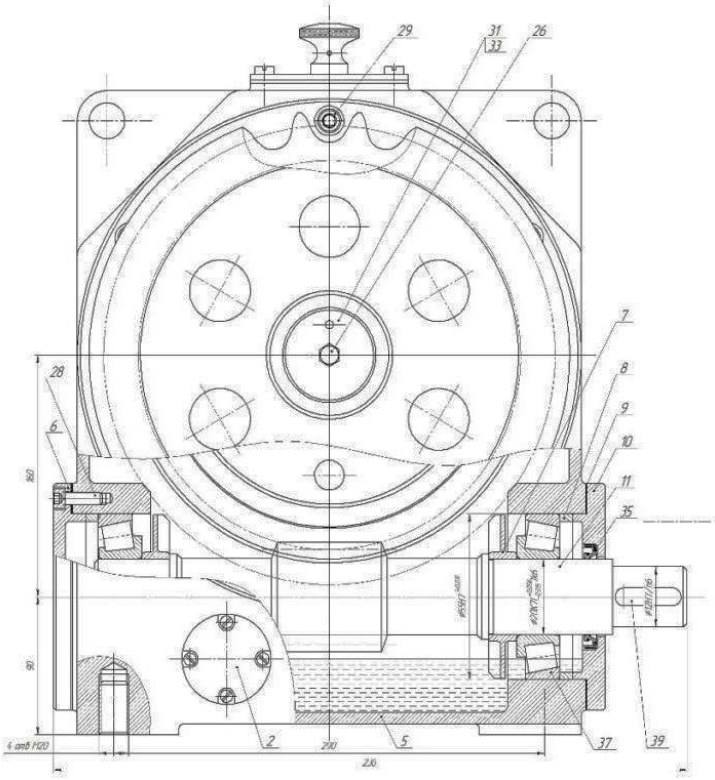


Рис. 3. Схема червячного редуктора

Работоспособность такой канато-намоточной машины подтверждена кинематическими, силовыми и прочностными расчетами [3–5].

Для наглядности на рис. 4 представлена 3D-модель канато-намоточной машины.

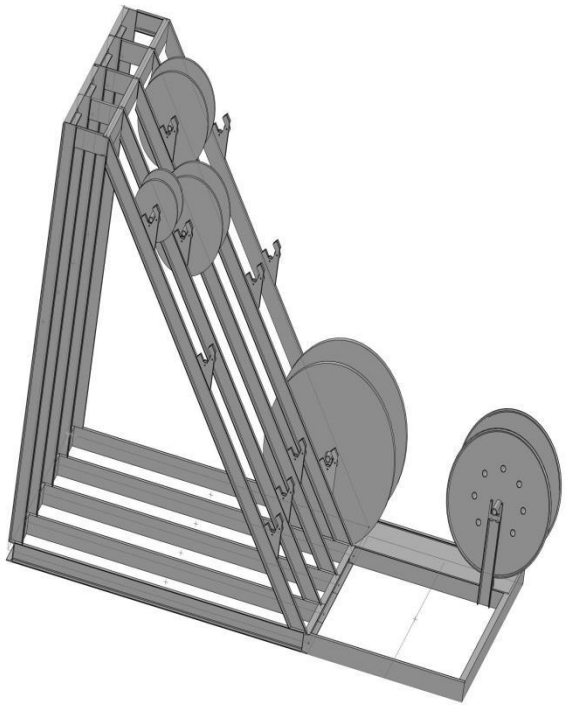


Рис. 4. 3D-модель канато-намоточной машины

При внедрении канато-намоточной машины в производственный процесс, а также ремонтах грузоподъемных механизмов увеличится производительность труда, сократится время простоя оборудования и снизится уровень трудоемкости процессов.

Список источников

1. Скороходов Е. А. Намоточные станки. М. : Энергия, 1970. 176 с.

2. ГОСТ 3241–91. Канаты стальные. Технические условия. М. : ИПК Издательство стандартов, 1991. 29 с.

3. Иванов М. Н., Афиногенов В. А. Детали машин. 12-е изд. испр. М. : Высш. шк., 2008. 408 с.

4. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. 11-е изд., стер. М. : Издательский центр «Академия», 2008. 496 с.

5. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1, 2 и 3. М. : Машиностроение, 1980.

Научная статья
УДК 674.049.2

ОБЗОР СПОСОБОВ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Матвей Сергеевич Чекасин[1], Ирина Валерьевна Яцун[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] chekasin01gto@gmail.com
[2] yatsuniv@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной статье представлены различные способы пропитки древесины, рассмотрена характеристика древесных пород по степени пропитываемости. На основании выполненного анализа и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: пропитка древесины, способы пропитки древесины, степень пропитки древесины

Для цитирования: Чекасин М. С., Яцун И. В. Обзор способов пропитки древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youthto the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 540–544.

Original article

REVIEW OF WOOD IMPREGNATION METHODS

Matvey S. Chekasin[1], Irina V. Yatsun[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] chekasin01gto@gmail.com
[2] yatsuniv@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents various methods of wood impregnation, and examines the characteristics of wood species in terms of their degree of impregnability. Based on the analysis performed, the corresponding conclusions are drawn.

Keywords: wood impregnation, wood impregnation methods, degree of wood impregnation

For citation: Chekasin M. S., Yatsun I. V. (2026) Obzor sposobov propitki drevesiny` [Review of wood impregnation methods]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest

© Чекасин М. С., Яцун И. В., 2026

complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 540–544 (In Russ).

Одной из важных задач развития лесопромышленного комплекса является увеличения срока службы древесины и конструкций на ее основе. Основным фактором, который ограничивает долговечность древесины, является ее быстрое загнивание, возникающее в основном из-за биологических поражений.

Перспективным направлением развития в области защиты древесины является создание модифицированнанной древесины, обладающей достаточной биостойкостью, огнестойкостью и повышенными физико-механическим свойствами [1].

Защита древесины – это совокупность мероприятий по сохранению и улучшению ее свойств (биоогнестойкости, гидрофобности, формоизменчивости) [1]. Согласно ГОСТ 20022.6–93 «Защита древесины. Способы пропитки» [2, 3], существует несколько способов пропитки древесины. Остановимся на каждом из них.

Нанесение защитных средств на поверхность – это общедостпуный способ пропитки древесины. Защитные средства могут наноситься на поверхность древесины кисточкой, валиком илиопрыскиванием, а также погружением древесины в пропиточную жидкость. При данном виде обработки, влажность изделия из древесины не должна превышать 30 %, при этом класс условий службы изделия варьируется от I до VIII. Также в эту категорию входят заготовки, вымоченные в специальном составе, при этом качество их пропитки будет зависеть от продолжительности выдержки. Класс условий службы изделия варьируется от VII до XII [2].

Прогрев – холодная ванна – это более сложный способ, при котором прогрев и пропитка осуществляется:

– в одной ванне с заменой горячего защитного средства холодным или заполнением ванны холодным раствором защитного средства после прогрева паром;

– в одной ванне с оставлением изделий в горячем растворе защитного средства до остывания;

– в двух ваннах с переносом пропитываемых изделий из одной ванны в другую.

Влажность древесины перед пропиткой должна составлять:

– при пропитке водорастворимыми защитными средствами – не более 30 %;

– при пропитке маслами и органикорастворимыми защитными средствами – не более 25 %.

Класс условий службы изделия при данном способе пропитки варьируется от I до XII [2].

Вакуум – атмосферное давление – вакуум (ВАДВ) – этот способ используется для глубокой пропитки древесины пропиточными составами. Он состоит из нескольких стадий. Сначала происходит вакуумирование герметичной емкости, затем без сброса вакуума под действием давления в емкость подается пропиточный состав, далее в камере давление восстанавливается до атмосферного. Из-за возникновения разницы давлений пропиточный состав затягиваются в поры древесины, а его избытки удаляются. Для более глубокого закрепления состава внутри древесины проводится повторное вакуумирование.

Влажность материала перед пропиткой должна составлять:

– при пропитке водорастворимыми средствами – не более 30 %;

– при пропитке маслами и органикорастворимыми защитными средствами – не более 25 %.

Автоклавная под давлением водорастворимыми защитными средствами – это технология используется для глубокой защиты древесины инсектицидами, антипиренами и антисептиками. Внешний вид промышленного автоклава представлен на рисунке. Вначале создается вакуум, благодаря которому вытягивается воздух из пор древесины, а затем под высоким давлением подается защитный состав. Это способствует пропитывающему веществу проникнуть глубоко в структуру древесины и равномерно распределиться в ней по всему объему. Влажность материала перед пропиткой должна составлять не более 30 %. После такой пропитки класс условий службы изделий варьируется от I до XVIII [2].



Внешний вид автоклава для пропитки древесины

Диффузный и автоклавно-диффузный. Суть диффузного способа заключается в том, что антисептик проникает в древесину благодаря диффузии, т. е. пропитка происходит естественным путем, когда пропиточный

состав проникает в поры древесины. Данный способ не всегда является эффективным для глубокой пропитки. В этом случае применяется автоклавно-диффузный – это промышленный способ искусственное ускорение диффузии с помощью специального оборудования. В процессе пропитки таким способом для удаления воздуха создается вакуум, а затем подается пропиточная жидкость под давлением. Далее для удаления излишек жидкости и закрепления пропиточного состава в древесине снова создается вакуум.

При диффузном способе начальная влажность древесины не нормируется, а класс условий службы следующий: I–V, VII–VIII и XII [2]. У автоклавно-диффузного способа, начальная влажность древесины должна составлять не менее 50 %, а класс условий службы XII–XIII, XV–XIV [2].

По степени пропитываемости защитными средствами все породы древесины подразделяют на три группы: легкопропитываемые, умеренно пропитываемые и трудно пропитываемые. Такая классификация необходима для выбора наиболее эффективного способа защиты древесины, той или иной породы древесины и представлена таблице [4].

Группы степени пропитки древесины

Класс	Порода древесины	
	заболонь	ядро
Легко-пропитываемые	Обыкновенная сосна, береза, бук	–
Умеренно пропитываемые	Сибирская сосна (кедр), европейская лиственница, граб, дуб, клен, липа, ольха, осина	Сибирская сосна (кедр), обыкновенная сосна, осина, ольха
Трудно пропитываемые	Ель, пихта, сибирская лиственница	Ель, пихта, береза, дуб, европейская лиственница, сибирская лиственница, вяз, бук, ясень

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее эффективными способами пропитки древесины является автоклавная пропитка и пропитка способом вакуум-атмосферное давление-вакуум, т. к. именно при этих способах происходит наиболее качественная пропитка на большую глубину, что является преимуществом при проведении модифицирования древесины.

2. Для исследования качества пропитки мягколиственных пород следует использовать древесину березы и ольхи, т. к. они находятся в классе легкопропитываемых и умеренно пропитываемых пород.

Список источников

1. Стенина Е. И., Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкций. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 219 с.

2. ГОСТ 20022.6–93 Защита древесины. Способы пропитки // Система нормативных документов «Меганорм» : [сайт]. URL: https://meganorm.ru/-Data2/1/4294833/4294833242.pdf (дата обращения: 25.10.2025).

3. Берсенев А. П., Петри В. Н. Облагораживание древесины. Свердловск : Кн. изд-во, 1960.170 с.

4. ГОСТ 20022.2–2018 Защита древесины. Классификация // Система нормативных документов «Меганорм» : [сайт]. URL: https://meganorm.ru/-Data2/1/4293736/4293736462.pdf (дата обращения: 25.10.2025).

Научная статья
УДК 656.073

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСА В ЮЖНОМ РЕГИОНЕ

Алексей Алексеевич Чумак[1], Татьяна Вячеславовна Коновалова[2], София Левоновна Надирян[3]
[1–3] Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия
[1] ChumakAlex200@yandex.ru
[2, 3] chumak.alex1999@gmail.com

Аннотаци. Перевозка лесоматериалов на юге России – сложная задача из-за уникальных местных условий. Ключевыми влияющими факторами являются климат, преобладающие породы дерева, состояние дорог и местные правовые нормы. В работе представлен их анализ и приведены расчётные методики. Применение этих данных позволяет оптимизировать логистику, добиваясь экономической эффективности и высоких итоговых показателей.

Ключевые слова: перевозка леса, логистика, логистический процесс, древесина, транспортные сети

Для цитирования: Чумак А. А., Коновалова Т. В., Надирян С. Л. Особенности перевозок леса в южном регионе // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 545–549.

Original article

FEATURES OF FOREST TRANSPORTATION IN THE SOUTHERN REGION

Alexey A. Chumak[1], Tatiana V. Konovalova[2], Sofia L. Nadiryan[3]
[1–3] Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia
[1] ChumakAlex200@yandex.ru
[2, 3] chumak.alex1999@gmail.com

Abstract. Forest product transportation in the south of Russia is a difficult task due to the unique local conditions. The key influencing factors are climate, prevailing wood species, road conditions, and local legal regulations. The paper presents their analysis and calculation methods. The use of this data makes

© Чумак А. А., Коновалова Т. В., Надирян С. Л., 2026

it possible to optimize logistics, achieving economic efficiency and high final results.

Keywords: forest transportation, logistics, logistics process, wood, transport networks

For citation: Chumak A. A., Konovalova T. V., Nadiryan S. L. (2026) Osobennosti perevozok lesa v yuzhnom regione [Features of forest transportation in the southern region]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 545–549. (In Russ).

В южных регионах организация перевозок лесоматериалов в значительной степени определяется особыми погодными условиями. Ведущим негативным фактором выступает жаркий климат в сочетании с интенсивным солнечным излучением. Перевозка леса в южных регионах – это действительно специфическая задача, где стандартные протоколы требуют серьезной адаптации.

Ключевые риски для древесины:

– быстрая потеря естественной влаги, ведущая к образованию глубоких трещин (растрескиванию);

– активизация грибковой микрофлоры, результатом которой является посинение (образование синеватых и сероватых окрасов), снижающее сортность и стоимость материала;

– ускоренное развитие плесени и гнилостных процессов при высокой влажности воздуха.

Для минимизации ущерба необходим комплексный подход, включающий действия до и во время транспортировки [1].

1. На этапе складирования: сокращение времени хранения сортиментов на промежуточных складах (верхних складах) до минимально возможного. Для особо уязвимых пород (например, березы) рекомендуется немедленная отгрузка.

2. Защитная обработка: обязательное нанесение профилактических антисептических составов на торцы бревен и пакеты пиломатериалов для создания барьера против грибков.

3. Оптимизация графика перевозок: в летний период предпочтительна погрузка и транспортировка в ночные и предрассветные часы, когда температура воздуха и активность солнца минимальны. Это позволяет снизить тепловую нагрузку на груз.

Для примерной оценки безопасного времени хранения неокоренных круглых лесоматериалов в условиях юга можно использовать следующую эмпирическую зависимость:

$$T_безоп = Kп\ (30 \div t)\ (80 \div W),$$

где T_безоп – предельно допустимый срок хранения без существенной потери качества (в сутках);

Кп – поправочный коэффициент, учитывающий природную стойкость породы. Например: сосна – 1,0, береза – 0,7 (более уязвима), дуб – 1,3 (более устойчив);

t – среднедневная температура окружающего воздуха в период хранения (°C);

W – исходная влажность древесины в момент заготовки (%).

Рассмотрим хранение сосновых бревен (Кп = 1,0), заготовленных с влажностью 60 % в условиях жары (+35 °C).

$$T_безоп = 1{,}0 \times (30 \div 35) \times (80 \div 60) = 1{,}0 \times 0{,}857 \times 1{,}333 \approx 1{,}14 \text{ суток.}$$

Полученный результат, близкий к одним суткам, указывает на критическую важность оперативной вывозки. Фактически, любая задержка ведет к риску возникновения пороков, снижающих товарную ценность леса. Таким образом, логистическая цепь должна быть организована по принципу «с колес» с минимальным временем простоя [2].

Лесной фонд юга России характеризуется разнообразием пород. Наряду с преобладающими хвойными насаждениями (сосна) здесь в значительных объемах заготавливаются ценные твердолиственные сортименты, такие как дуб, бук и граб. Ключевое технологическое различие между этими группами – значительная разница в плотности древесного вещества, что напрямую влияет на все логистические расчеты.

При планировании перевозки первостепенной задачей является точное определение массы партии, что необходимо для подбора подвижного состава и соблюдения дорожных ограничений. Базовый расчет выполняется по формуле:

$$M = V \times kп,$$

где M – общая масса партии лесоматериалов, тонны;

V – физический объем груза, измеренный в складочных кубических метрах (м³);

kп – коэффициент плотности (удельный вес) конкретной породы древесины при транспортной влажности, т/м³.

Удельный вес древесины – переменная величина, сильно зависящая от ее влажности. Для проведения единообразных расчетов в транспортной логистике принято использовать усредненные показатели, соответствующие естественной влажности свежесрубленного или немного подсохшего леса (примерно 20–30 %) [3].

Разница почти в полтора раза между плотностью ели и дуба означает, что при одинаковом геометрическом объеме кузова масса груза твердой древесины будет значительно выше. Это накладывает жесткие ограничения на полную загрузку автомобиля объемным способом, т. к. предельным

фактором становится не вместимость, а допустимая нагрузка на ось и полная масса автопоезда. Таким образом, погрузка всегда ведется под контролем весового параметра.

Ограничение идет по массе (до 40 т для автопоезда на дорогах общего пользования, с учетом снаряженной массы ТС) и по объему.

Расчет предельного объема загрузки по массе:

$$V_п_пр = (P_д - m_т_т) \div \rho,$$

где V_п_пр – предельный объем древесины, м³;

P_д – допустимая полная масса автопоезда (40 т);

m_т_т – снаряженная масса тягача и полуприцепа (~15–16 т).

Пример для сосны: V_п_пр = (40–15,5) ÷ 0,52 ≈ 24,5 ÷ 0,52 ≈ 47 м³.

Пример для дуба: V_п_пр = (40–15,5) ÷ 0,69 ≈ 24,5 ÷ 0,69 ≈ 35,5 м³.

Объем стандартного лесовозного полуприцепа составляет 80–100 м³. Следовательно, для сосны ограничение всегда по массе (≈ 47 м³), а для дуба – и по массе (≈ 35.5 м³), и по объему (физически влезет не более 80–85 м³).

Итоговая норма вывозки за один рейс автопоезда:

Для хвойных пород: 40–50 м³ (ориентируемся на 47 м³ по расчету).

Для твердых лиственных пород: 35–38 м³ (ориентируемся на 36 м³ по расчету).

Для южных субъектов РФ, включая Краснодарский край, Ростовскую область и Ставрополье, характерна развитая инфраструктура автодорог, что закономерно определяет автомобильный транспорт в качестве ключевого звена логистической цепочки [3].

Преимущества автомобильных перевозок:

– мобильность и точечная доставка: возможность организовать вывоз непосредственно с лесосеки и доставить сырье прямо на склад или к воротам перерабатывающего предприятия, минуя промежуточные перевалочные пункты;

– высокая регулярность и управляемость: позволяет оперативно реагировать на изменения спроса и планировать поставки с учетом краткосрочных потребностей;

– планирование количества рейсов основано на простом соотношении общего объема к вывозке и полезной загрузке одной транспортной единицы.

$$R = V_total \div Q_eff,$$

где R – требуемое количество рейсов (ед.);

V_total – совокупный объем подлежащей вывозке древесины (м³);

Q_eff – эффективный (нормативный) объем загрузки за один рейс с учетом породы древесины и грузоподъемности техники (м³).

Пример планирования: требуется вывезти партию дуба объемом 1500 м³. При норме загрузки одного автопоезда для дуба 36 м³, расчет будет следующим: R = 1500 / 36 ≈ 41.67. Полученный результат округляется

в большую сторону, следовательно, для выполнения задачи потребуется 42 рейса [4].

Для реализации крупных экспортных контрактов активно используется потенциал морского транспорта. Порты Азово-Черноморского бассейна (Новороссийск, Туапсе, Тамань, Ростов-на-Дону) служат узловыми точками для отгрузки лесопродукции на внешние рынки. Данный способ оптимален для больших партий, но требует дополнительных затрат на доставку груза к порту и перевалку.

Перевозка леса в южных регионах – это задача, требующая учета повышенных климатических рисков и физических свойств древесины. Ключевые выводы:

1. Сроки вывозки должны быть минимальными (1–3 дня) для предотвращения биоповреждений.

2. Норма загрузки определяется предельной массой автопоезда и сильно зависит от породы дерева (для дуба на 25–30 % меньше, чем для сосны).

3. Логистика строится на автомобильном транспорте с четким расчетом количества рейсов.

4. Экономика перевозки напрямую зависит от достижения максимально возможной (но разрешенной) загрузки под конкретную породу.

Грамотное применение приведенных формул и нормативов позволяет оптимизировать затраты и сохранить качество древесины на всем пути от лесосеки до потребителя в условиях юга России [5].

Список источников

1. Как погода влияет на планирование перевозок // GARPIX LOAD SYSTEM : [сайт]. URL: https://glsystem.net/news/vliyanie-pogodnyh-uslovij-na-planirovanie-gruzovyh-perevozok (дата обращения: 02.03.2026).

2. Как перевозить пиломатериалы в 2025 году // Planken77 : [сайт]. URL: https://planken77.shop/nash-blog/kak-perevozit-pilomaterialy-v-2025-godu/ (дата обращения: 02.03.2026).

3. Научно-издательский центр ИНФРА-М // Лесничество журнал : [сайт]. URL: https://naukaru.ru/ru/nauka/article/29269/view (дата обращения: 02.03.2026).

4. Транспортная логистика 2025: 10 ключевых вызовов первого полугодия // Сообщество логистов Юга России : [сайт]. URL: https://clck.ru/3SFQrc (дата обращения: 02.03.2026).

5. Оцифровка логистики Краснодарского края. Как идет и чего ждать бизнесу // MKRU : [сайт]. URL: https://clck.ru/3SFQtC (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 630.812.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ

Альбина Владимировна Шалова[1], Елена Александровна Дербень[2], Данил Владимирович Дук[3], Александр Анатольевич Орлов[4]
[1–4] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] shalowaa@yandex.ru
[2] derbenel@yandex.ru
[3] danil.duk@yandex.ru
[4] orlov.tepl@mail.ru

Аннотация. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью глубокого анализа и систематизации знаний о лиственнице даурской, что позволит получать лесоматериалы с заданными потребительскими свойствами и оптимизировать их использование в различных условиях. Приведены результаты исследований определения плотности, усушки, разбухания и количества годичных слоев древесины лиственницы даурской.

Ключевые слова: лиственница даурская, плотность, усушка, разбухание, количество годичных слоев

Для цитирования: Исследование свойств древесины лиственницы даурской / А. В. Шалова, Е. А. Дербень, Д. В. Дук, А. А. Орлов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 550–553.

© Шалова А. В., Дербень Е. А., Дук Д. В., Орлов А. А., 2026

Original article

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF DAURIAN LARCH WOOD

Albina V. Shalova[1], Elena A. Derben[2], Danil V. Duk[3], Alexander A. Orlov[4]
[1–4] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] shalowaa@yandex.ru
[2] derbenel@yandex.ru
[3] danil.duk@yandex.ru
[4] orlov.tepl@mail.ru

Abstract. The relevance of this work is due to the need for in-depth analysis and systematization of knowledge about Daurian larch wood, which will make it possible to obtain wood productions with specified consumer properties and optimize their use in various conditions. The results of research on the determination of density, shrinkage, swelling and the number of annual layers of Daurian larch wood are presented.

Keywords: Daurian larch, density, shrinkage, swelling, number of annual layers

For citation: Issledovanie svojstv drevesiny` listvennicy daurskoj [Investigation of the properties of Daurian larch wood] (2026) A. V. Shalova, E. A. Derben, D. V. Duk, A. A. Orlov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 550–553. (In Russ).

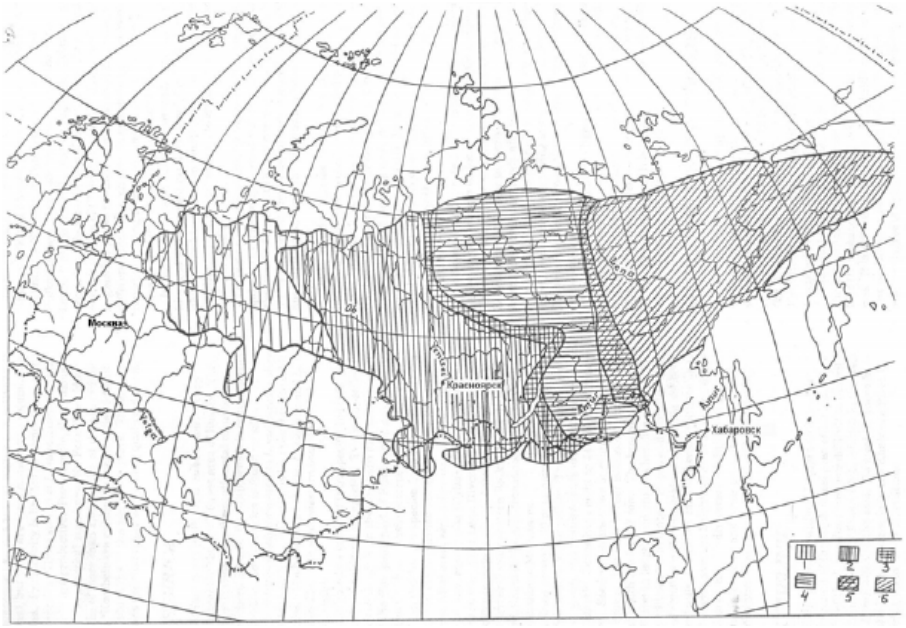
В мире древесины существует особый класс сырья, сочетающий в себе благородство природы и невероятную практичность. Среди этих материалов почетное место занимает лиственница – древесина, которая не просто может служить человеку в его повседневной жизни, а служить веками, при этом сохранять свою завораживающую красоту текстуры и цвета. Высокая плотность, устойчивость к гниению и влаге, а также отличные эстетические качества делают лиственницу незаменимой в строительстве, отделке, мебельной и даже химической промышленности.

Регион произрастания деревьев может влиять на физико-механические свойства древесины через климатические условия, тип почвы, высоту над уровнем моря и генетические особенности породы. Эти факторы сказываются на формирование структуры древесины, которая определяет ее свойства (плотность, прочность, твердость и др.) [1].

Ниже на рисунке представлена карта распространения различных видов лиственницы в разных регионах РФ.

Сибирская лиственница (Larix sibirica) – ценная хвойная порода, произрастающая в Сибири и на Дальнем Востоке России (Иркутская область, Бурятия и Забайкальский край). Она наиболее распространена благодаря сочетанию факторов, связанных с ареалом, условиями роста и высокими эксплуатационными свойствами данной породы. Лиственница сибирская имеет основное промышленное применение на территории РФ, поэтому принимаем ее свойства в качестве основных показателей для сравнения в данной работе.

Лиственница даурская (Larix gmelinii var. dahurica) – это подвид сибирской лиственницы, распространенный преимущественно в Восточной Сибири, на территории Забайкалья, Амурской области и в республике Тыва. Географические и климатические условия, состав почвы и т. п. в ареале произрастания лиственницы даурской отличаются от условий роста лиственницы сибирской. Поэтому целью данной работы является сравнительный анализ ареалов и климатических условий произрастания, а также ряда свойств лиственницы даурской в сравнение с сибирской. Литературный обзор показал недостаточный объем информации по физическим и механическим свойствам лиственницы даурской.



Границы ареалов наиболее распространенных в Сибири видов лиственницы [2]:
1 – Larix sucaczewii; *2* – L. sibirica; *3* – L. czekanowsky (L. sibirica x L. gmelinii);
4 – L. gmelinii; *5* – L. gmelinii x L. cajanderi; *6* – L. Cajanderi

Технологические процессы, режимы и энергетические затраты при гидротермической обработки древесины рассчитываются в зависимости от ряда свойств древесины. Наиболее значимыми свойствами являются плотность, показатели усушки и разбухания.

Для проведения сравнительного анализа на лесопильном предприятии в Кызыле нами отбирались сырые пиломатериалы лиственницы даурской. Затем в условиях проблемной лаборатории сушки древесины СибГУ им. М. Ф. Решетнева изготавливались образцы для исследований по ГОСТ 16483.0–89. Плотность определяли по ГОСТ 16483.1–73, показатель усушки – по ГОСТ 16483.38–88, а показатель разбухания по ГОСТ 16483.36–88. Дополнительно исследовалось распределение годичных слоев в 1 см древесины. В таблице приведены результаты опытов.

Сравнение свойств лиственницы сибирской [3, 4] с лиственницей даурской

Наименование	Базисная плотность, кг/м^3	Коэффициент объемной усушки, %	Коэффициент объемного разбухания, %	Кол-во годичных слоев N на 1 см
Лиственница сибирская	480–520	0,52	0,60	13,5
Лиственница даурская	650	0,42	0,38	14,9

Анализ полученных опытных данных позволяет сделать вывод, что имеются отличия показателей свойств древесины лиственницы сибирской и даурской. Последняя более плотная и, в связи с тяжелыми условиями произрастания, годичный прирост незначителен. Поэтому древесина лиственницы даурской более мелкослойная склонная к растрескиванию при удалении влаги. Это обстоятельство будет отражаться, например, на процессах сушки. Полученные в данной работе результаты первичны. Древесина лиственницы, произрастающая в регионе республики Тыва, требует дальнейших более полных исследований для совершенствования технологий и режимов ее обработки.

Список источников

1. Щепащенко Д. Г., Швиденко А. З., Шалаев В. С. Биологическая продуктивность и бюджет углерода лиственничных лесов Северо-Востока России. М. : МГУЛ, 2008. 296 с.

2. Абаимов А. П., Коропачинский И. Ю., Карпель С. А. О границах ареалов восточно-сибирских видов лиственниц // Ботанический журнал. 1980. Т. 65, № 1. С. 118–120.

3. Исследование физико-механических свойств древесины лиственницы сибирской / А. Н. Чубинский [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2020. №. 4. С. 168–174.

4. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. М., Лесная промышленность. М. : СССР, 1989. 296 с.

Научная статья
УДК 630.812.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ

Альбина Владимировна Шалова[1], Елена Александровна Дербень[2], Данил Владимирович Дук[3], Александр Анатольевич Орлов[4]
[1-4] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] shalowaa@yandex.ru
[2] derbenel@yandex.ru
[3] danil.duk@yandex.ru
[4] orlov.tepl@mail.ru

Аннотация. В работе приведены сравнительные результаты испытаний на сжатие вдоль волокон и статический изгиб образцов из древесины лиственницы даурской. Показано, что прочностные показатели периферийной зоны пиловочника древесины лиственницы даурской выше аналогичных показателей лиственницы сибирской.

Ключевые слова: древесина лиственницы даурской, прочность, сжатие вдоль волокон, статический изгиб

Для цитирования: Исследование прочности древесины лиственницы даурской / А. В. Шалова, Е. А. Дербень, Д. В. Дук, А. А. Орлов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 554–557.

Original article

INVESTIGATION OF THE STRENGTH OF DAURIAN LARCH WOOD

Albina V. Shalova[1], Elena A. Derben[2], Danil V. Duk[3], Alexander A. Orlov[4]
[1-4] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] shalowaa@yandex.ru
[2] derbenel@yandex.ru
[3] danil211199ler@mail.ru
[4] orlov.tepl@mail.ru

Abstract. The paper presents comparative results of compression tests along fibers and static bending of samples from Daurian larch wood. It is shown

© Шалова А. В., Дербень Е. А., Дук Д. В., Орлов А. А., 2026

that the strength indicators of the peripheral zone of the sawmill of Daurian larch wood are higher than the analogous indicators of Siberian larch.

Keywords: Daurian larch wood, strength, compression along fibers, static bending

For citation: Issledovanie prochnosti drevesiny` listvennicy daurskoj [Investigation of the strength of Daurian larch wood] (2026) A. V. Shalova, E. A. Derben, D. V. Duk, A. A. Orlov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 554–557. (In Russ).

С точки зрения экологии и здоровья натуральные материалы имеют преимущество перед искусственными. Медицина предупреждает, что изделия из ПВХ и других полимеров могут выделять опасные вещества, такие как фталаты, свинец и летучие органические соединения. Эти токсины, накапливаясь в организме человека, наносят ущерб нервной системе, почкам и печени. Безусловно, мебель или дома из древесины также могут содержать химические пропитки, лаки и клеи, однако массив справедливо считают более безопасной и экологичной альтернативой.

Что касается прочности, то композитные аналоги часто уступают древесине, поскольку не обладают сопоставимой стойкостью к механическим повреждениям. При нормализованной влажности в жилом помещении деревянная мебель не деформируется, не разбухает и не трескается, особенно при дополнительной обработке защитными покрытиями.

Таким образом, можно констатировать, что древесные материалы продолжат сохранять лидирующие позиции на рынке мебели и домостроения, превосходя композитные материалы по целому ряду ключевых физико-механических показателей. Прочностные характеристики (прочность, твердость, упругость, износостойкость и т. д.) являются ключевыми при выборе материала для производства изделий. Однако даже в пределах одной породы эти показатели могут варьироваться.

Одной из целей проводимых научно-практических работ в проблемной лаборатории сушки древесины СибГУ им. М. Ф. Решетнева – исследование физико-механических свойств древесины даурской лиственницы и оценка ее потенциала для применения в домостроение и мебельной промышленности.

Известно, что лиственница даурская (Larix gmelinii var. dahurica) – это подвид сибирской лиственницы, распространенный преимущественно в Восточной Сибири, на территории Забайкалья, Амурской области и в республике Тыва. Ключевые особенности данной породы: отличается быстрым ростом, продолжительностью устойчивого развития (300–600 лет). Она устойчива к экстремальным условиям (засуха, морозы, повышенные

ветровые нагрузки), что обуславливает ее распространение в суровых регионах. Высокая плотность лиственницы обеспечивает устойчивость к механическим повреждениям, влаге и гниению. Благодаря своим физико-механическим свойствам лиственница широко используется в строительстве: для несущих конструкций, балок, стропил, свай и изделий, эксплуатирующийся в условиях повышенной влажности. Лиственница даурская выделяется высокой плотностью и благородной золотисто-медной текстурой, которая со временем становится еще выразительнее.

В данной работе нами были экспериментально определены показатели прочности древесины лиственницы даурской: сопротивление сжатию и статическому изгибу, как наиболее часто встречаемые на практики видов нагрузки в изделиях и конструкциях.

Образцы для испытаний изготавливались из боковых тангенциальных досок (периферийная зона бревна). Образцы кондиционировались в условиях лаборатории. Испытания проводились на разрывной машине УТС110МН-30 согласно ГОСТ 16483.10–73 на сжатие вдоль волокон и по ГОСТ 16483.3–84 на статический изгиб. Ниже в таблице приведены сравнительные показатели прочностных свойств древесины лиственницы сибирской по данным [1, 2] и даурской полученные экспериментально.

Показатели физико-механических свойств древесины

Порода	Число годичных слоев в 1 см	Содержание поздней древесины, %	Плотность, кг/м^3	Предел прочности, МПа	
				Ст. изгиб	Сжатие вдоль волокон
Лиственница даурская	14,85	32	650	119,2	65,9
Лиственница сибирская	13,50	25	480–520	98,5	56,7

Предел прочности, определяющий максимальную нагрузку, которую материал способен выдержать, зависит от влажности, плотности, наличия пороков и длительности воздействия. Испытания показали высокую устойчивость древесины лиственницы даурской к механическим разрушениям. Периферийная зона пиловочника лиственницы даурской мелкослойная с высокой плотностью. Поэтому прочностные показатели на статический изгиб выше средних значений для лиственницы сибирской на 21 %, а на сжатие вдоль волокон на 16 %.

Полученные в работе результаты первичны, требуют дальнейших исследований, но уже можно сделать вывод, что лиственница даурская – это плотный, твердый и чрезвычайно прочный материал, идеально подходящий для изготовления мебели, несущих конструкций и элементов

домостроения. Ограничением для широкого применения лиственницы даурской является ее высокая рыночная стоимость, сложность сушки и механической обработки.

Список источников

1. Исследование физико-механических свойств древесины лиственницы сибирской / А. Н. Чубинский [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 4. С. 168–174.

2. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. М., Лесная промышленность. М. : СССР, 1989. 296 с.

Научная статья
УДК 630*372/375

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ВАЛОЧНО-ТРЕЛЕВОЧНО-ПРОЦЕССОРНОЙ МАШИНЫ «HIGHLANDER»

Александр Сергеевич Швецов[1], Ольга Анатольевна Куницкая[2]
[1, 2] Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия
[1] shans23@mail.ru
[2] ola.ola07@mail.ru

Аннотация. Приведены основные результаты выполненных в Хилокском районе Забайкальского края производственных испытаний валочно-трелевочно-процессорной машины «Highlander» по определению производительности и энергоемкости выполняемых операций.

Ключевые слова: валочно-трелевочно-процессорные машины, энергоемкость работы лесных машин, производительность лесных машин

Благодарности: работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства».

Для цитирования: Швецов А. С., Куницкая О. А. Результаты производственных испытаний валочно-трелевочно-процессорной машины «Highlander» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 558–562.

Original article

THE RESULTS OF PRODUCTION TESTS OF THE FELLING-SKIDDING-PROCESSOR MACHINE “HIGHLANDER”

Alexander S. Shvetsov[1], Olga A. Kunitskaya[2]
[1, 2] Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia
[1] shans23@mail.ru
[2] ola.ola07@mail.ru

Abstract. The main results of the production tests of the Highlander felling-skidding-processor machine performed in the Khilok district of the Zabaikalsky Krai to determine the productivity and energy intensity of the operations performed are presented.

© Швецов А. С., Куницкая О. А., 2026

Keywords: felling-skidding-processor machines, energy intensity of work of forest machines, of forestry machine productivity

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the scientific school “Innovative developments in the field of the logging industry and forestry”.

For citation: Shvetsov A. S., Kunitskaya O. A. (2026) R ezul`taty` proizvodstvenny`x ispy`tanij valochno-trelevochno-processornoj mashiny` “Highlander” [The results of production tests of the felling-skidding-processor machine “Highlander”]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 558–562. (In Russ).

Среди всех известных типов одномашинных лесозаготовительных комплексов, валочно-трелевочно-процессорные машины (ВТПМ) являются самыми универсальными, поскольку их конструкция позволяет наилучшим образом приспосабливаться под различные природно-производственные условия [1–5]. Для получения сведений о реальной производительности и энергоемкости операций, выполняемых ВТПМ «Highlander», были проведены наблюдения за ее работой в производственных условиях. Наблюдения проводились осенью 2024 г. на лесосеке в Хилокском районе Забайкальского края, расположенных на землях, закрепленных за Бадинским лесничеством.

При проведении производственных экспериментальных исследований за работой ВТПМ «Highlander» HL12-2 моногусеницы на задний тандемный мост не одевались, что обеспечило ее паспортную скорость движения. На всех пасеках волоки были предварительно разрублены. Машина была в полностью работоспособном состоянии, на ней были выполнены все необходимые регламентом (инструкцией по эксплуатации) технические обслуживания, контрольные датчики показывали нормальную работу всех систем. Управлял машиной во всех случаях испытаний один оператор, наиболее опытный, и поэтому работавший в дневную смену. Общий стаж работы оператора на харвестерах и форвардерах – 7,5 лет, на ВТПМ «Highlander» HL12-2 – 1,5 г. Продолжительность эффективного рабочего времени смены (времени, затрачиваемого на выполнение основных технологических операций) составляла 8 ч. Для хронометражных наблюдений использовался секундомер. Для измерений длин и диаметров – метрологически поверенные рулетки длиной 5 м и 50 м.

Хронометражные наблюдения за работой ВТПМ «Highlander» HL12-2 проводились при ее эксплуатации в следующих режимах работы: валка – трелевка – обрезка сучьев – раскряжевка; валка – обрезка сучьев – трелевка – раскряжевка; валка – обрезка сучьев – трелевка; валка – трелевка – обрезка сучьев.

При планировании производственных экспериментальных исследований была поставлена задача определить энергоемкость и производительность ВТПМ «Highlander» HL12-2 при различных вариантах работы. При наблюдении за работой ВТПМ «Highlander» HL12-2 выполнялись хронометражные наблюдения, с выделением времени наводки харвестерной головки, валки каждого дерева, подтаскивания к кониковому зажиму, обрезки сучьев, и раскряжевки. Измерялись скорости перемещения машины в холостом и грузовом направлении, перемещения между технологическими стоянками. Измерялись объемы заготовленной и первично обработанной древесины при каждом рейсе, с датчиков снимались показатели расхода топлива после каждого полного рейса машины. При проведении производственных экспериментальных исследований варьировали ширину лент набора пачек, а также объем собираемых за технологический цикл пачек.

В табл. 1 представлены определенные экспериментальным путем данные по часовой производительности ВТПМ в режиме валка-пакетирование в кониковый зажим в зависимости от среднего объема хлыста $П_ч = f(V_x)$.

В табл. 2 представлены определенные экспериментальным путем данные по часовой производительности ВТПМ в режиме валка-пакетирование в кониковый зажим в зависимости от ширины ленты набора пачки, м.

Таблица 1

Часовая производительность ВТПМ в режиме валка-пакетирование в кониковый зажим, в зависимости от среднего объема хлыста

Объем хлыста, V_x, м^3	Часовая производительность, $П_ч$, м^3/ч
0,1	8,28
0,2	12,96
0,3	19,08
0,4	22,44
0,5	24,84
0,6	27,96

Таблица 2

Часовая производительность ВТПМ в режиме валка-пакетирование в кониковый зажим, в зависимости от ширины ленты набора пачки

Ширина ленты набора пачки, $b_л$, м	Часовая производительность м^3/ч $П_ч$
8,0	14,64
10,0	15,01
12,0	15,74
14,0	16,15
16,0	16,45

Анализ результатов данного этапа экспериментальных исследований показал, что средний объем хлыста значительно сильнее влияет на производительность ВТПМ нежели ширина лены набора пачки.

В табл. 3 представлены определенные экспериментальным путем данные по часовой производительности ВТПМ в зависимости от расстояния набора и перемещения пачки и от объема пачки.

Таблица 3

Часовая производительность ВТПМ в зависимости
от расстояния набора и перемещения пачки и от объема пачки

Объем пачки, м^3	Расстояние набора и перемещения пачки, м		
	200	300	500
4,0	18,0	16,5	12,0
6,0	22,5	20,25	15,45
8,0	24,0	22,05	19,2
10,0	25,5	22,65	20,7
12,0	26,25	24,45	21,15

Часовая производительность ВТПМ в режиме процессора на верхнем складе определялась в зависимости от среднего объема хлыста. В табл. 4 представлены определенные экспериментальным путем данные по часовой производительности ВТПМ в режиме процессора на верхнем складе в зависимости от объема хлыста.

Таблица 4

Часовая производительность ВТПМ в режиме процессора
на верхнем складе в зависимости от объема хлыста

Объем хлыста, V_x, м^3	Часовая производительность, $П_ч$, м^3/ч
0,2	26,4
0,25	26,9
0,3	28,6
0,35	31,0
0,4	32,4
0,45	34,0
0,5	37,6
0,55	39,0
0,6	40,2
0,65	42,4

В связи с тем, что одной из важнейших характеристик эксплуатационной эффективности лесных машин является энергоемкость их работы [6, 7], при проведении натурных экспериментальных исследований были получены данные о сравнительном расходе топлива ВТПМ при трелевке пачек деревьев за комли и при трелевке пачке хлыстов за вершины. Результаты этих измерений представлены в табл. 5.

Полученные данные позволяют рекомендовать оптимальные режимы работы ВТПМ.

Таблица 5

Результаты измерения расхода топлива ВТПМ, л/м^3

Трелевка	волок					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Деревья за комли	1,83	2,0	2,23	1,92	2,0	1,94
Хлысты за комли	1,73	1,61	1,9	1,78	1,73	1,77

Производительность составила ВТПМ 23 м^3/ч, или 184 м^3/смена, экономия расхода топлива при производстве хлыстов на пасеке и их последующей трелевке за комли, по сравнению с трелевкой деревьев за комли составит, в среднем (1,94 – 1,77) × 184 = 31,28 л/смена.

Список источников

1. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ / И. В. Григорьев, О. И. Григорьева, А. И. Никифорова, [и др.] // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109–116.

2. Григорьева О. И., Нгуен Ф. З. Перспективная техника для проведения рубок ухода за лесом // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы научно-технической конференции. СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2016. С. 112–114.

3. Современные системы машин и технологии заготовки древесины и лесовосстановления в условиях горных лесосек / В. А. Каляшов, Т. А. До, Е. Г. Хитров, [и др.] // Resources and Technology. 2022. Т. 19, № 2. С. 1–47.

4. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Постановка задачи экономической оценки улучшения условий труда и безопасности работы операторов лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 4. С. 43–48.

5. Григорьев И. В., Никифорова А. И., Григорьева О. И. Сравнение одномашинных комплексов для сортиментной заготовки древесины // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 9-2 (20-2). С. 125–128.

6. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Повышение экологической эффективности лесохозяйственного производства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 3–4 (8–4). С. 51–55.

7. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Вернер Н. Н. Системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5, № 5 (31). С. 438–443.

Моделирование в технических системах и автоматизация производственных процессов

Научная статья
УДК 630.52:587/588

СУЩНОСТЬ МОНИТОРИНГА ЛЕСА МЕТОДОМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ТОМОГРАФИИ

Абдулло Абдурахмонзода[1], Сайидиброхим Аслидин Карроматуллозода[2], Сергей Петрович Санников[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] abdullohzoda05@mail.ru
[2] sayidibrohim2211@gmail.com
[3] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем использования радиочастотной томографии древостоев на небольшом участке леса. Сделан анализ получения информации методом томографии прироста деревьев и изменений параметров состояния в лесной среде. Предложены возможные перспективы развития радиочастотного мониторинга небольших участков леса.

Ключевые слова: лес, мониторинг, радиочастотный, томография

Для цитирования: Абдурахмонзода А., Карроматуллозода С. А., Санников С. П. Сущность мониторинга леса методом радиочастотной томографии // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 564–568.

Original article

THE ESSENCE OF FOREST MONITORING BY RADIOFREQUENCY TOMOGRAPHY

Abdullo Abdurakhmonzoda[1], Sayidibrohim A. Karomatullozoda[2], Sergey P. Sannikov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] abdullohzoda05@mail.ru
[2] sayidibrohim2211@gmail.com
[3] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems of using radiofrequency tomography of forest stands in a small forest area. The analysis of obtaining information by tomography of tree growth and changes in parameters in the state

© Абдурахмонзода А., Карроматуллозода С. А., Санников С. П., 2026

in the forest environment is made. Possible prospects for the development of radiofrequency monitoring of small forest areas are proposed.

Keywords: forest, monitoring, radiofrequency, tomography

For citation: Abdurakhmonzoda A., Karomatullozoda S. A., Sannikov S. P. (2026) Sushhnost` monitoringa lesa metodom radiochastotnoj tomografii [The essence of forest monitoring by radiofrequency tomography]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 564–568. (In Russ).

Томография в классическом понимании считается способом получить «послойное» изображение внутренних структур объекта исследования, а деревья в лесу можно считать внутренними структурными элементами, поэтому томографические методы исследования применимы. Существует несколько видов томографии, которые различаются источником энергии для проникновения сквозь исследуемый объект. Так, известная компьютерная томография обусловлена вращением рентгеновской трубки вокруг объекта исследования, а позитронно-эмиссионная основана на проникающей энергии изотопов некоторых веществ, источник которых, перемещаясь, фокусируется на объекте исследования. Сложнее обстоят дела у магнито-резонансных и ядерно-магнитных томографов, которые фокусируют магнитные поля и радиоволны одновременно на объекте исследования путем последовательного переключения катушек электромагнитов.

Учеными под руководством В. П. Якубова и его учениками изучались прохождения радиоволн в лесу, ослабление элементами деревьев на ослабление энергии радиоволн различного диапазона. Был введен термин «Радиолокационная томография» [1]. Доклад «Исследование методов определения ЭПР стволов древостоя в СВЧ диапазоне», сделанный С. Н. Новик на конференции молодых ученых физиков в 2003 г. [2], показал, что рассеивание электрических полей деревьями можно использовать для измерения размеров. Таким образом, исследованиями было доказано, что спектральное ослабление микроволнового излучения в древостое при визуализации падения радиоволн характеризует плотность насаждений, их относительные размеры [3].

Целью данной работы является анализ проблем, а также демонстрация возможности радиочастотной томографии древостоев в лесу.

В работе поставлены следующие **задачи**:

– изучить основные параметры радиоволн при прохождении их сквозь полог деревьев;

– выявить специфические проблемы, связанные с использованием электромагнитных волн радиодиапазона при мониторинге небольших участков леса;

– оценить перспективы развития радиочастотной томографии для мониторинга древостоев.

В работе использованы материалы, опубликованные в открытой печати, а также доклады научных конференций.

Результаты и разработки

Экспериментальное исследование характеристик древостоев сигнала радиоволн при радиочастотном мониторинге лесной среды представлено в работе [4]. Авторы показали зависимость ослабления электромагнитного поля стволами деревьев в лесу, как показано на рис. 1. Модель эксперимента показана на рис. 2.

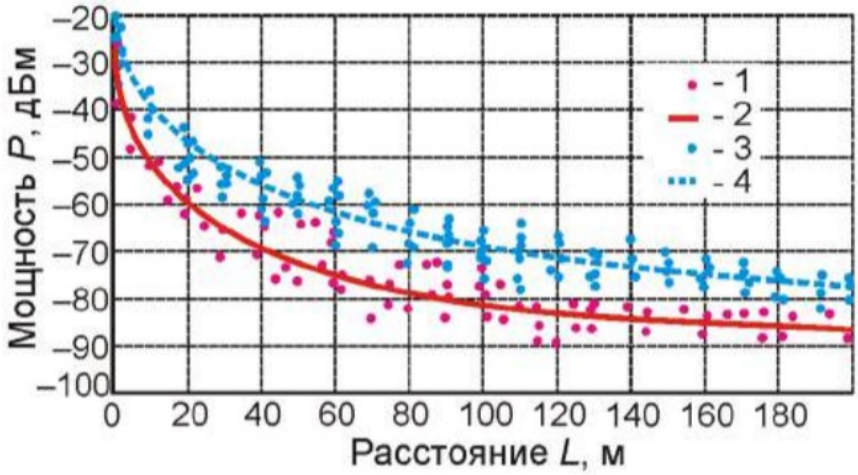


Рис. 1. Результаты экспериментальных исследований:
1, *2* – рассеивание радиоволн в сосновом лесу; *3*, *4* – рассеивание радиоволн в березовом лесу (экспериментальная зависимость показана точками, а теоретическая – линиями) [4]

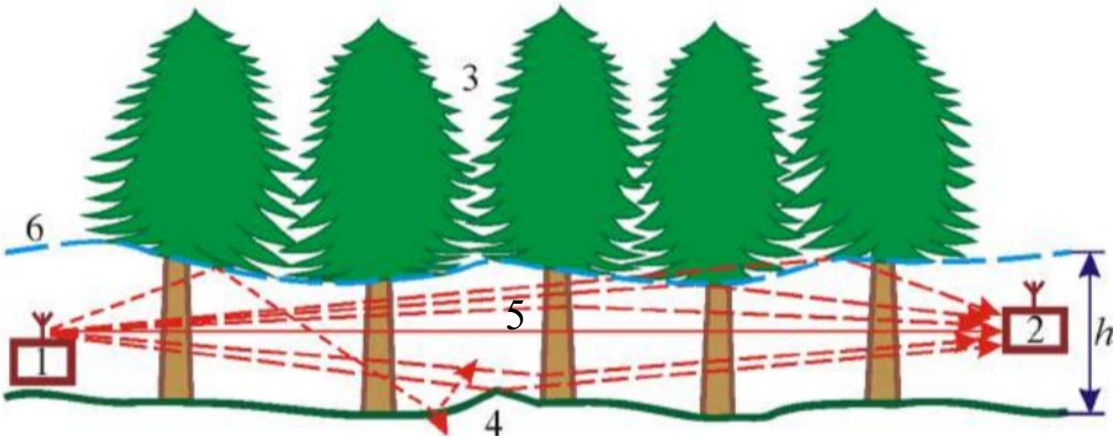


Рис. 2. Расчетная модель эксперимента траектории распространения радиочастотного сигнала:
1, *2* – источник и измеритель электромагнитных волн; *3* – деревья;
4 – поверхность почвы; *5* – промежуточное положение источника сигнала;
6 – линия полога леса; *h* – высота под пологом [4]

Сущность радиочастотной томографии леса представляет собой современный метод мониторинга состояния древостоев с использованием радиоволн бесконтактным способом. Данный метод позволяет получать детальную информацию о внутренней структуре деревьев и геометрических размерах. Полученная информация позволяет производить мониторинг древостоев, которая необходима для управления лесным фондом.

Принцип работы радиочастотной томографии заключается в следующем:

– приемопередающие антенны размещаются вокруг контролируемой области леса на столбах высотой 1,5 м от поверхности почвы или на беспилотниках, например, квадрокоптерах. Количество столбиков по периметру зависит от длины волны радиосигнала. Они посылают радиочастотные импульсы и регистрируют принятые сигналы, прошедшие через лес или отраженные от стволов дерева. Расстояние между столбиками с антенной зависит от мощности излучаемой антенны и чувствительности приемника радиосигнала. Для разрешенных приемопередающих устройств без регистрации это расстояние составит в пределах 100…200 м. Поэтому на каждом столбике можно расположить RFID-метки с идентификационным номером на частоте 2,4 ГГц;

– посылка импульса передающими антеннами производится последовательно и попеременно в каждый момент времени по таймеру, а все приемники принимают сигнал. Приемники регистрируют время приема сигнала и его величину ослабления. Если используются беспилотники, то будет достаточно двух квадрокоптеров, которые синхронно перемещаются синхронно между деревьями под пологом по периметру контролируемого участка;

– реконструкция изображения: по временным задержкам, амплитуде и фазе сигналов строится карта распределения диэлектрической проницаемости и проводимости, что позволяет выделять зоны с разной влажностью, плотностью и структурными изменениями деревьев;

– алгоритмы: используются обратные задачи, методы томографии (например, итерационные алгоритмы, регуляризация), машинное обучение для классификации признаков.

Заключение

Мониторинг небольших участков леса методом радиочастотной томографии позволяет получать основные параметры древостоев, а именно прирост по диаметру ствола дерева. Кроме этого, позволяет получать и дополнительные параметры, влияющие на изменение диэлектрической проницаемости, например, влажность воздуха и древесины, гнили и пр.

Список источников

1. Радиолокационная томография / В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский, Г. М. Цепелев [и др.] // Оптика атмосферы и океана. 2006. № 12. С. 1081–1086.

2. Новик С. Н. Исследование методов определения ЭПР стволов древостоя в СВЧ диапазоне // Сборник тезисов ВНКСФ-9 : тезисы докладов. Екатеринбург – Красноярск : Изд-во АСФ России, 2003. Т. 2. С. 1071–1073.

3. Spectral Study of Microwave Attenuation in a Larch Forest Stand for Oblique Wave Incidence / V. L. Mironov, V. P. Yakubov, E. D. Telpukhovsky [et al.] // IGARSS. Seoul, Korea, 2005. Vol. 5. P. 3204–3207.

4. Экспериментальное исследование характеристик сигнала при радиочастотном мониторинге лесной среды / С. П. Санников, В. В. Побединский, И. В. Бородулин, А. А. Побединский // Вестник ПГТУ. 2017. № 4 (36). С. 48–58.

Научная статья
УДК 656.135(519.876.5)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ПОСТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАШИН В СРЕДЕ SIMEVENTS

Александр Владимирович Андрианов[1], Андрей Александрович Лазуков[2], Владимир Викторович Побединский[3], Григорий Александрович Иовлев[4]
[1–4] Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия
[3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] alexandrandrwork@gmail.com
[2] lazukov@mail.com
[3] pobedinskii@m.usfeu.ru
[4] gri-iovlev@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема совершенствования технической эксплуатации парка техники в части работы поста диагностирования машин с использованием его имитационной модели. В результате предложена имитационная модель, описывающая процесс работы поста диагностирования.

Ключевые слова: моделирование работы поста диагностирования машин, процесс диагностирования машин, SimEvents

Для цитирования: Моделирование процесса работы поста диагностирования машин в среде SimEvents / А. В. Андрианов, А. А. Лазуков, В. В. Побединский, Г. А. Иовлев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 569–573.

© Андрианов А. В., Лазуков А. А., Побединский В. В., Иовлев Г. А., 2026

Original article

MODELING OF THE MACHINE DIAGNOSTICS POST OPERATION IN THE SIMEVENTS ENVIRONMENT

Alexander V. Andrianov[1], Andrey A. Lazukov[2], Vladimir V. Pobedinsky[3], Grigory A. Iovlev[4]
[1–4] Ural State Agrarian Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] alexandrandrwork@gmail.com
[2] lazukov@mail.com
[3] pobedinskii@m.usfeu.ru
[4] gri-iovlev@yandex.ru

Abstract. The problem of improving the technical operation of the machinery fleet in terms of the work of the machine diagnostics post using its simulation model is considered. As a result, a simulation model is proposed that describes the process of the diagnostics post work.

Keywords: modeling of the operation of the machine diagnostics post, the process of diagnosing machines, SimEvents

For citation: Modelirovanie processa raboty` posta diagnostirovaniya mashin v srede SimEvents [Modeling of the machine diagnostics post operation in the SimEvents environment] (2026) A. V. Andrianov, A. A. Lazukov, V. V. Pobedinsky, G. A. Iovlev. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 569–573 (In Russ).

Одной из важнейших операций процесса технического обслуживания и ремонта машин ТО и Р является техническое диагностирование, которое позволяет значительно снизить затраты на обслуживание, время ремонта, следовательно, простои техники, повысить качество ремонтных и профилактических работ [1]. Для организации таких работ на профильных предприятиях предусматривают посты технического диагностирования, которые оснащаются соответствующим технологическим оборудованием. Для правильной работы таких постов необходима их сбалансированность в производственной структуре, т. е. технологические возможности или, иначе говоря, пропускная способность их должна соответствовать остальному оборудованию технологических линий предприятия. Следовательно, задача совершенствования работы постов диагностирования на предприятиях технического сервиса транспортных и технологических машин является достаточно актуальной. Решать подобные проблемы наиболее точно возможно

с применением методов имитационного моделирования на основе теории массового обслуживания. Современные информационные технологии располагают компьютерными средствами для реализации событийного моделирования, например, самой развитой является библиотека блоков SimEvents системы MATLAB.

Таким образом определилась цель настоящей статьи, которая заключалась в разработке имитационной модели работы поста диагностирования машин.

В работе решались следующие задачи:

1) разработка детализированной схемы работы поста;

2) разработка моделирующего алгоритма программы;

3) реализация алгоритма в программе визуально-блочного моделирования SimEvents.

Описать работу поста диагностирования можно следующим образом. На диагностирование поступает определенный поток машин. Он описывается соответствующим законом статистического распределения. Предварительно машина проходит пост приемки, на котором определяется список планируемых диагностических операций. Поступая на диагностику, эти операции последовательно выполняются. При наличии более одного рабочего-диагноста некоторые виды работ выполняются одновременно. В ходе диагностирования может появиться необходимость малого ремонта, как правило, замены деталей. После малого ремонта снова выполняется диагностирование. В случае ремонта большего объема машина переводится на пост текущего ремонта. После ремонта снова выполняется диагностирование. Также в ходе диагностирования мастер-диагност может выполнять различные регулировочные работы. Для контроля качества выполнения регулировочных работ снова выполняется диагностирование. После выполнения каждого вида работ выполняется проверка перечня запланированных операций. Если перечень выполнен, то машина покидает пост, в случае наличия других работ процесс диагностирования продолжается. Если в ходе очередной работы параметр оказывается в норме, то выполняется проверка планируемого перечня, а далее машина отправляется либо на диагностику, либо покидает пост. Предлагаемая схема работы поста приведена на рис. 1.

В соответствии со схемой был разработан моделирующий алгоритм, который позволил реализовать процесс работы поста в компьютерной программе. Для этой цели была использована система MATLAB [2]. Визуально-блочная модель была реализована из блоков библиотеки SimEvents, входящей в систему моделирования Simulink (рис. 2).

В модели все параметры выполнения каждого вида работ, а также параметры потока машин моделируются случайным образом и задаются блокам серверов, которые предназначены для формализации выполнения этих операций. Управляющая часть логики модели содержится в скрипте

формата *.m. Результаты процесса отображаются в электронном осциллографе, куда они поступают через блоки Goto и From (названия параметров указаны на блоках).

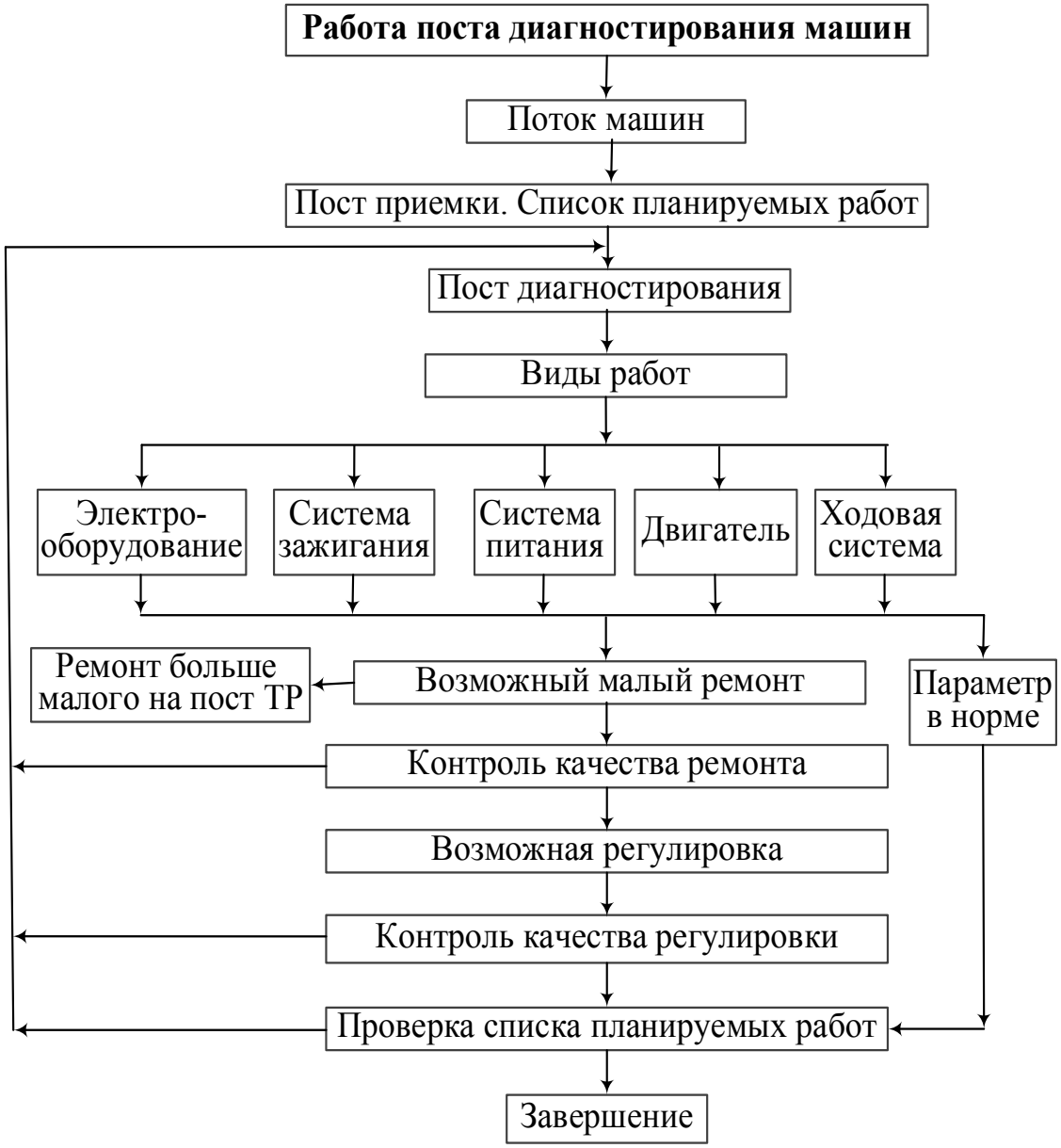


Рис. 1. Схема работы поста технического диагностирования машин

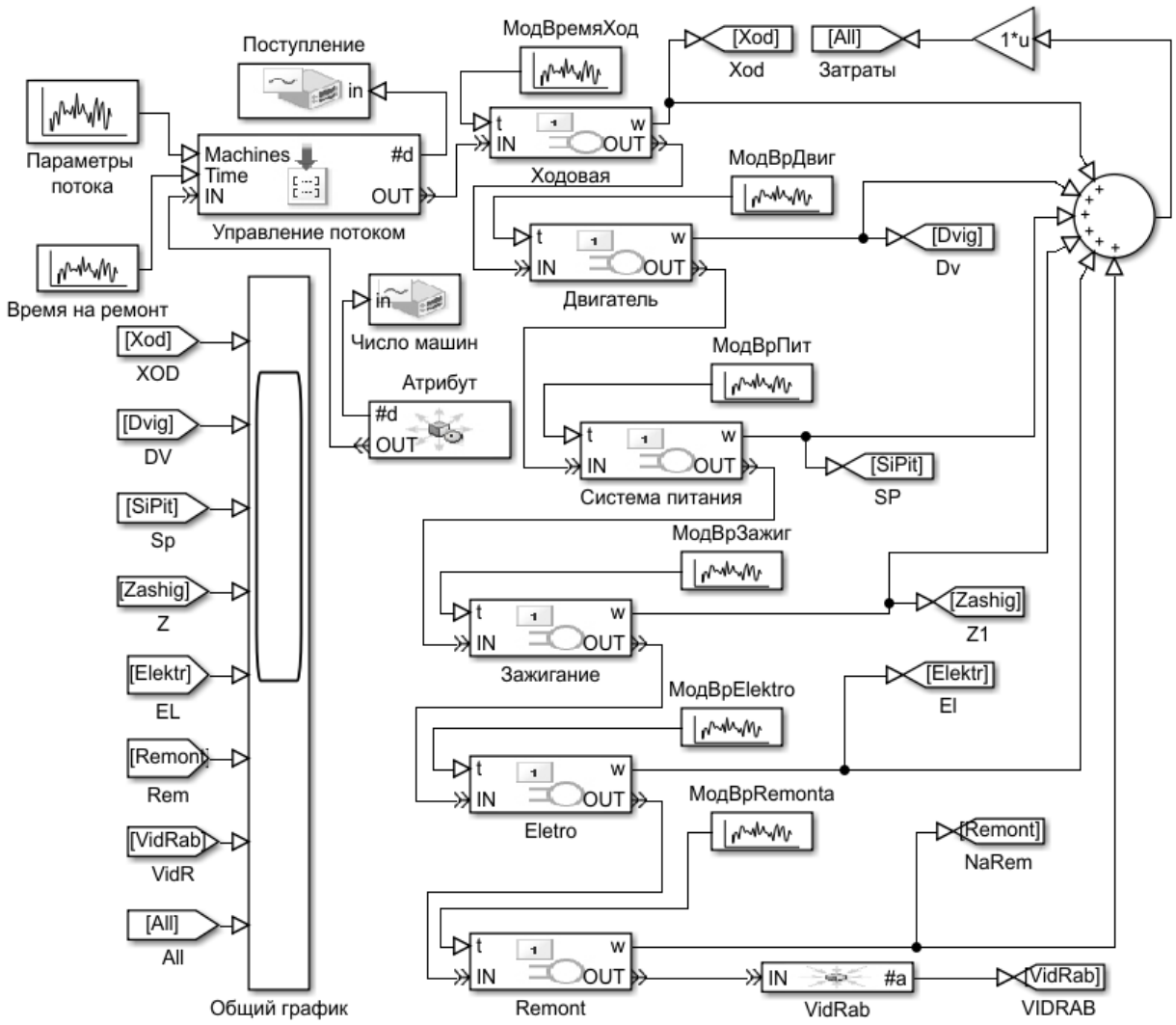


Рис. 2. Имитационная модель работы поста диагностирования машин в формате SimEvents

В заключении можно отметить, что предложенная модель подробно описывает процесс работы поста диагностирования, может достаточно адекватно прогнозировать выполнение таких работ, а также позволяет оптимизировать работу поста.

Список источников

1. Родионов Ю. В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий технического сервиса. Ростов-н/Д : Феникс, 2008. 439 с.

2. Дьяконов В. П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М. : Солон-Пресс. 2005. 581 с.

Научная статья
УДК 63.630

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Марат Костантинович Бедарев[1], Дарья Алексеевна Просвирина[2], Евгений Николаевич Власов[3]
[1–3] Санкт-Петербургский лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1] marat22082001@gmail.com
[2] dashaprosvirina02@gmail.com
[3] vlasov-en@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые возможные направления механизации лесного хозяйства России и особенности применения моделирования этих процессов механизации.

Ключевые слова: механизации лесного хозяйства, моделирование, математическая модель

Для цитирования: Бедарев М. К., Просвирина Д. А., Власов Е. Н. О некоторых особенностях моделирования механизированных процессов в лесном хозяйстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 574–578.

Original article

ON SOME FEATURES OF MODELING MECHANIZED PROCESSES IN FORESTRY

Marat. K. Bedarev[1], Daria O. Prosvirina[2], Evgeny N. Vlasov[3]
[1–3] Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
[1] marat22082001@gmail.com
[2] dashaprosvirina02@gmail.com
[3] vlasov-en@mail.ru

Abstract. The article discusses some possible directions of forestry mechanization in Russia and the features of applying modeling of these mechanization processes.

© Бедарев М. К., Просвирина Д. А., Власов Е. Н., 2026

Keywords: forestry mechanization, modeling, mathematical model
For citation: Bedarev M. K., Prosvirina D. A., Vlasov E. N. (2026) O nekotory`x osobennostyax modelirovaniya mexanizirovanny`x processov v lesnom xozyajstve [On some features of modeling mechanized processes in forestry]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 574–578. (In Russ).

Механизация лесохозяйственных технологических процессов может включать в себя обработку почвы, расчистку лесных площадей, лесопосадочные работы, сбор и обработку семян, защиту леса от вредителей, пожаров валочно-трелевочные работы, транспортировку леса [1]. В большинстве этих процессов основой служит трактор с навесным или прицепным технологическим оборудованием.

В лесном хозяйстве эксплуатируется большое количество почвообрабатывающих, расчистных, посевных, лесопосадочных, корчевальных, лесопожарных, валочно-трелевочных и других машин. Условия выполнения этих механизированных работ крайне тяжелые: разбросанность участков, крутые склоны, бездорожья, переувлажнения почвы, не раскорчеванные площади, лесные массивы и т. д. [2]. Все это выдвигает особые требования к надежности, устойчивости, металлоемкости, проходимости машин. Поэтому основными направлениями развития лесохозяйственного производства можно назвать комплексную механизацию и автоматизацию всех производственных процессов, интенсификацию на базе комплексной механизации, повышение эффективности процессов на основе научно-технического прогресса, прогрессивной техники и технологии.

Для решения этих задач и создаются системы машин для комплексной механизации основных технологических процессов, рациональные системы управления ими, увеличиваются скорости движения и производительность машин, энергоемкость тракторов. К сожалению, с этим обозначились и технические недоработки. Например, с 60-х гг. прошлого века мощность тракторов возросла приблизительно в 2 раза, а производительность только на 15 %. Кроме избыточной мощности, это объясняется отсутствием оптимизации энергозатрат, усложнением управления и ухудшением динамики машин с увеличением скорости операции.

По зарубежным исследованиям, тракторист расходует 60 % энергии на управление, из них 40 % непроизводительно, из-за вибрации недоиспользуется 35 % мощности двигателя машины. Виброускорение оператора на сидении трактора при трелевке достигает 08g, а при подъеме груза стрелой – 0,9g, при опускании груза рукоятью – 0,85g и поворота манипулятора до 1,5 [3].

Все это вызывает проблемы комфортной работы оператора, снижения динамической нагруженности машин, оптимизации технологических динамических процессов. Все эти проблемы могут быть решены посредством моделирования функционирования этих машин.

Только серийное производство валочно-пакетирующих машин может обеспечить механизацию и повышение производительности лесосечных работ. К сожалению, технологическое оборудование отечественных машин обладает большой массой, малой надежностью. Так, у ЛП-17 и ЛП-19 эта масса составляет до трети массы машин, а наработка на отказ соответствует порядка нескольких десятков часов.

Перечисленные недостатки объясняются в частности использованием статистических методов расчета вместо динамических, отсутствием оптимального проектирования машин, высокой их динамической загруженностью. Все это вызывает необходимость моделирования технологической процессов лесохозяйственных машин и их систем функционирования и управления ими как динамическими системами. Моделирование с оптимизацией систем механизации не только может обеспечить повышение качества машин, но и их более высокий технический уровень и позволит сократить сроки создания и доводки этих машин.

Несколько слов об особенностях моделирования механизированных процессов в лесном хозяйстве.

Моделирование представляет метод изучения динамических систем и реализации ими технологических процессов. Моделирование – это отображение или воспроизведение закономерностей следуемым процессам. При этом, как правило, отбрасываются побочные факторы, усложняющие расчеты, и выделяются основные закономерности функционирования динамических систем. В итоге модель отражает характерные свойства сложного оригинала и дает основную информацию о его функционировании.

При проектировании и создании лесных машин используются физическое, математическое или смешанное моделирование. При физическом моделировании сохраняется физическая природа оригинала процесса и выполняются подобия геометрических и физических параметров моделируемых машин. В этом случае процессы воспроизводятся лишь в другом, как правило уменьшенном, масштабе. При этом имеется возможность изучать процессы, неподдающиеся математическому описанию. Изготовление физических моделей зачастую бывает трудоемкой операцией, но из этого следует обычно значительно меньше затрат на изготовление опытного образца, особенно при выборе оптимального варианта машины.

В настоящее время более широкое применение находит математическое моделирование. Под математической моделью процесса понимается его математическое описание в конкретных условиях функционирования машин. Для математических моделей лесных машин исходными являются

системы уравнений, связывающие выходные показатели качества со входными воздействиями.

Модели на ЭВМ основываются на разработке алгоритма, устанавливающего с помощью логических и математических операций связь между входными и выходными переменными системы.

Смешанное моделирование используется при затруднении математического описания отдельных процессов машин и внешнего воздействия, при учете работы оператора и т. д.

Функционирование машинно-тракторных агрегатов (МТА) можно рассматривать как реакцию на входные возмущающие и управляющие воздействия. Первые отражают условия работы машины (воздействие среды), а вторые – управления оператором или устройством. В задаче управления вектор управляющих воздействий является выходным сигналом. Выходные переменные образуют вектор-функцию показателей качества функционирования машины, характеризующих динамические и (или) тяговые качества, энергетические или технико-экономические затраты. Таким образом, структура МТА может задаваться в виде расчетной схемы, системы уравнения и передаточных функций.

Например, структура функционирования МТА задается силовой передачей. В этом случае входными параметрами являются силовые воздействия от двигателя и почвы через навесное оборудование, а выходными величинами – крутящий моменты на наиболее гибком звене машины. Управление реализуется оператором путем заглубления в почву навесного оборудования (плуга, например) и регулирования топливоподачи в двигатель. Возникающие крутильные колебания в силовой передаче определяют ее динамическую загруженность и долговечность, а также экономичность работы двигателя. Поэтому конечной целью моделирования является установление оптимальной структуры и оптимальных параметров силовой передачи, минимизирующих динамическую нагруженность МТА.

Таким образом, процесс моделирования МТА с помощью ЭВМ можно разделить на следующие логические этапы, перечислим основные из них:

– обоснование кинематической схемы по технологическим и конструктивным требованиям проектирования и разработка расчетной модели;

– расчет и идентификация параметров функционирования машины и аппроксимация внешнего воздействия;

– разработка математической модели машины и выбор критерия качества ее функционирования.

Формализация механической системы, как объекта моделирования, осуществляется с учетом ее основных особенностей, упрощающих решение задачи. К ним можно отнести:

– характер управления, внешнего воздействия и упруго-диссипативных связей в МТА;

– дискретизация системы с распределенными параметрами и линеаризацией квазилинейных характеристик связей;

– различные способы упрощения расчетной модели.

После этого может оказаться, что поставленная задача может быть решена качественными методами аналитического расчета без использования численных методов ЭВМ.

Список источников

1. Зима И. М., Малюгин Т. Т. Механизация лесохозяйственных работ. М. : Лесная промышленность, 1976. 416 с.

2. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженности трелевочного трактора. М. : Лесная промышленность, 1975. 166 с.

3. Александров В. А. Нагруженность лесосечных машин на лесозаготовках. СПб. : СПбГЛТУ им. С. М. Кирова, 2021. 256 с.

Научная статья
УДК 681.58

СИСТЕМА АНТИОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛЕСТНИЧНЫХ МАРШЕЙ

Михаил Романович Безвитилев[1], Кирилл Георгиевич Дьячков[2], Владимир Яковлевич Тойбич[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] zumli12@yandex.ru
[2] dkirill199910@gmail.com
[3] toibichvyu@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе рассмотрена разработка автоматической системы антиобледенения и снеготаяния для лестничных маршей, применяемых на промышленных установках. Обоснована актуальность решения для стран с холодным климатом. Изложена архитектура системы управления, построенной на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), панели оператора и комплекса датчиков.

Ключевые слова: температура и влажность воздуха, нагрев, мониторинг, устройство

Для цитирования: Безвитилев М. Р., Дьячков К. Г., Тойбич В. Я. Система антиобледенения лестничных маршей // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 579–583.

Original article

STAIRWAY ANTI-ICING SYSTEM

Mikhail R. Bezvitilev[1], Kirill G. Dyachkov[2], Vladimir Ya. Toibich[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] zumli12@yandex.ru
[2] dkirill199910@gmail.com
[3] toibichvyu@m.usfeu.ru

Abstract. This paper examines the development of an automatic anti-icing and snowmelt system for stairways used in industrial installations. The relevance of this solution for countries with cold climates is substantiated. The architecture of the control system, based on a programmable logic controller (PLC), an operator panel, and a sensor suite, is presented.

© Безвитилев М. Р., Дьячков К. Г., Тойбич В. Я., 2026

Keywords: air temperature and humidity, heating, monitoring, device
For citation: Bezvitilev M. R., Dyachkov K. G., Toibich V. Ya. (2026) Sistema antiobledeneniya lestnichny`x marshej [Stairway anti-icing system]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 579–583. (In Russ).

В странах с продолжительным зимним периодом, включая Россию, борьба с обледенением и снежными наносами в пешеходных зонах представляет сложную эксплуатационную задачу. Лестничные марши являются объектами повышенного риска из-за образования наледи на поверхностях самых различных материалов (металл, дерево, асфальт, керамическая плитка и др.), что провоцирует травматизм и потому требует постоянных затрат на уборку. Традиционные методы, такие как механическая очистка и применение реагентов, обладают существенными недостатками: низкая оперативность, риск повреждения покрытий, зависимость от человеческого фактора и неспособность реагировать на изменения погодных условий в реальном времени. Одним из способов борьбы с обледенением проблемных мест является электрообогрев [1, 2]. Но эффективность этого способа в значительной мере зависит от автоматизации этого процесса.

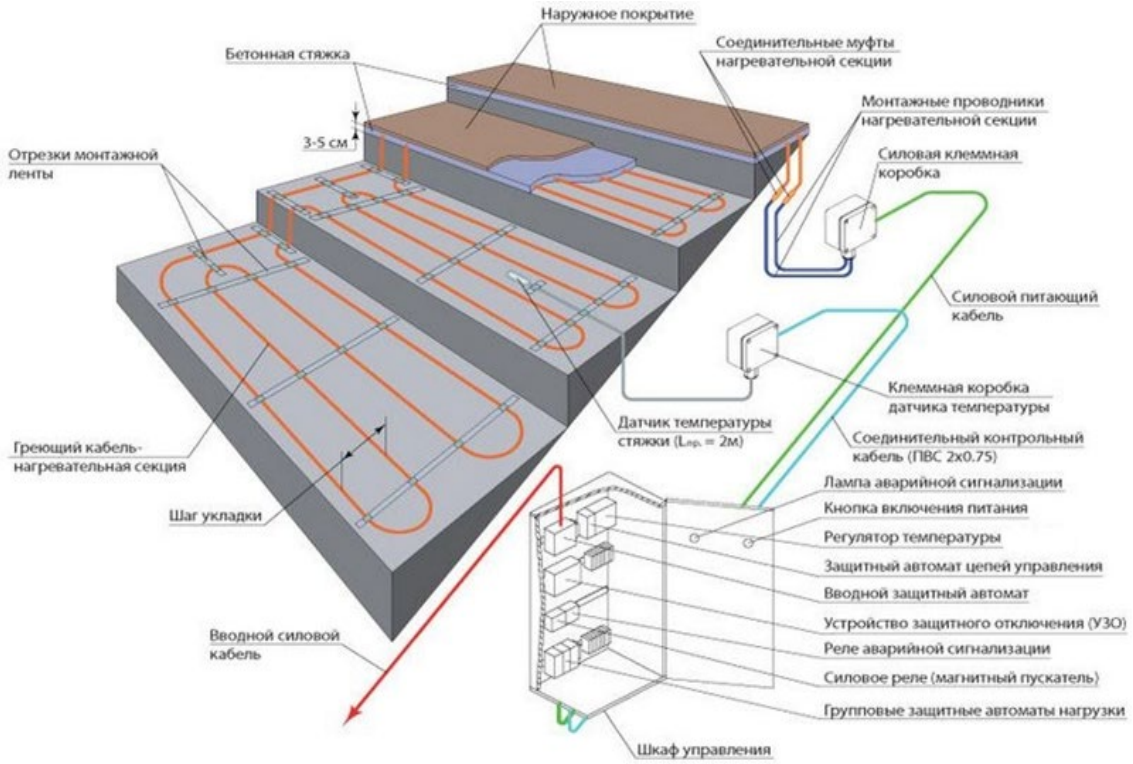
На промышленных предприятиях открытого типа, например, «Святогор», многие технологические установки рассредоточены на значительной площади и, кроме того, имеют высоту порядка 10…20 м. К таким установкам относятся: резервуары-хранилища и емкости для реагентов (требуют визуального осмотра уровнемеров, клапанов сброса давления и запорной арматуры); колонны ректификационные и абсорбционные (необходим регулярный осмотр смотровых окон, датчиков температуры и давления, расположенных на разных ярусах); насосные и компрессорные станции открытого типа (обслуживание включает проверку работы агрегатов, смазку и устранение утечек); эстакады и площадки для отбора проб (лаборанты обязаны несколько раз в смену подниматься для забора проб продукции).

Необходимость подъема на сооружения обусловлена требованиями технологических регламентов, необходимостью визуального контроля, проведения планового технического обслуживания и оперативного устранения неисправностей. Отказ от регулярного контроля может привести к технологическим сбоям, остановке производства или даже аварийной ситуации. Опасность и случаи травматизма: основная опасность в зимний период – это обледенение ступеней, трапов, переходных мостиков и рабочих площадок. Даже при использовании противоскользящих покрытий образование наледи и уплотненного снега значительно повышает риск падения с высоты. На предприятии «Святогор» ежегодно фиксируются случаи микротравматизма (ушибы, растяжения) при подъеме на установки в зимний период [3].

Нагревательные кабели наиболее эффективны в системах анти-обледенения и снеготаяния для взлетно-посадочных полос, сложных участков дорог, пандусов, лестниц, тротуаров и подъездов к гаражам, а также они нашли применение для обогрева стадионов, беговых дорожек, спортивных площадок с целью увеличения периода эксплуатации. Эти системы отличаются высокой надежностью и долговечностью работы, полной автоматизацией управления (включение системы в зависимости от текущих погодных условий).

Объект обогрева: лестничный марш с площадкой (3 пролета). На схеме выделяются зоны обогрева (оранжевым цветом): все ступени и горизонтальные площадки (рисунок).

Нагревательные элементы: в стяжке каждой ступени и площадки уложен саморегулирующийся греющий кабель. Ключевым элементом системы является аппаратно-программный комплекс на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), который выполняет функции центрального вычислительного устройства. Для сбора метеоданных используется комплекс датчиков.



Кабельный обогрев ступеней

Датчики контроля нагрева: цифровые датчики температуры типа DS1820 установлены непосредственно в стяжке на критических участках (верхняя и нижняя площадки).

Датчики сбора информации о погодных условиях: метеостанция, установленная на крыше здания или на открытой опоре вблизи объекта.

Датчик температуры воздуха. Внешняя метеостанция включает датчик температуры воздуха и датчик влажности, устанавливается в месте, открытом для атмосферных воздействий. Датчик наличия осадков и наледи является критически важным элементом для прецизионного управления. Устанавливается на поверхности обогреваемой ступени и детектирует наличие воды и льда путем измерения диэлектрической проницаемости поверхности. Датчики температуры поверхности контролируют температуру ступеней, предотвращая перегрев и обеспечивая дополнительную экономию энергии.

Принцип работы системы

ПЛК работает по заданной программе, анализируя данные со всех датчиков. Алгоритм работы может быть следующим: система активирует нагрев только при одновременном выполнении условий, например, «Температура воздуха ≤ +1,5 °С» И («Влажность воздуха ≥ 80 %» ИЛИ «Датчик осадков/наледи зафиксировал воду/лед»). Обогрев прекращается после высыхания поверхности и отсутствия осадков.

Роль панели оператора (HMI)

Панель оператора обеспечивает человеко-машинное взаимодействие и позволяет:

– визуализировать текущее состояние системы (вкл./выкл., температура, статус датчиков);

– производить ручное управление и настройку уставок;

– просматривать журнал событий и аварийных сигналов;

– проводить диагностику оборудования.

Преимущества автоматизации

Внедрение системы на базе ПЛК и панели оператора обеспечивает следующие преимущества:

– повышение уровня безопасности (полное предотвращение образования льда на лестничных маршах);

– оптимизация энергопотребления (работа строго по необходимости снижает расход электроэнергии на 70…80 % по сравнению с системами без интеллектуального управления);

– полная автономность (исключение человеческого фактора и необходимость постоянного контроля);

– сохранность покрытий (отсутствие механических повреждений от ручной уборки);

– функциональность и диагностика (возможность удаленного мониторинга, настройки и оперативного выявления неисправностей).

Заключение

Предлагаемая автоматическая система антиобледенения лестничных маршей, основанная на применении ПЛК, панели оператора и комплекса специализированных датчиков, представляет собой технологичное и экономически обоснованное решение. Использование ПЛК в качестве

центра управления позволяет реализовать гибкий и надежный алгоритм работы, а панель оператора обеспечивает удобство взаимодействия с системой. Данный подход гарантирует высокий уровень безопасности, значительную экономию ресурсов и перевод эксплуатации объекта на качественно новый уровень автоматизации.

Список источников

1. Бердышев И. В. Использование систем антиобледенения и снеготаяния в социальной инфраструктуре // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. 2019. С. 83–88.

2. Васин А. П. Тепловизионное обследование зданий и анализ причин образования наледей //Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2. С. 92–98.

3. Способы недопущения льдообразования на крышах жилых зданий / П. В. Дружинин, А. Л. Бараш, А. Д. Савчук, Е. Ю. Юрчик // Технико-технологические проблемы сервиса. № 4 (14). 2010. С. 7–13.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

КОНЦЕПЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

Кирилл Сергеевич Берсенев[1], Сергей Петрович Санников[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] 1kir2ber2004@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем измерения дендрологических параметров растущего дерева для мониторинга состояния древостоев в лесной среде. Сделан анализ существующих источников информации некоторых авторов, исследующих влажность древесины дерева. Разработана концептуальная структурная схема устройства для постоянного мониторинга влажности дерева в лесу.

Ключевые слова: влажность, дерево, мониторинг, устройство

Для цитирования: Берсенев К. С., Санников С. П. Концепция электронного устройства измерения влажности растущего дерева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 584–588.

Original article

THE CONCEPT OF AN ELECTRONIC DEVICE FOR MEASURING THE GROWING TREE MOISTURE CONTENT

Kirill S. Bersenev[1], Sergey P. Sannikov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] 1kir2ber2004@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems of measuring the dendrological parameters of a growing tree for monitoring the condition of forest stands in the forest environment. The analysis of the existing sources of information of some authors of the researched wood moisture of the tree is provided.

© Берсенев К. С., Санников С. П., 2026

A conceptual structural diagram of a device for continuous monitoring of tree moisture in the forest has been developed.

Keywords: moisture, tree, monitoring, device

For citation: Bersenev K. S., Sannikov S. P. (2026) Koncepciya e`lektronnogo ustrojstva izmereniya vlazhnosti rastushhego dereva [The concept of an electronic device for measuring the growing tree moisture content]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 584–588. (In Russ).

Влажность растущего дерева в лесу характеризует его состояние обмена веществами, рост дерева, процессы фотосинтеза. Влагу дерево берет из почвы через корни и частично из воздуха. Определенным образом сказывается изменение влажности воздуха от времени года и суток, а также продолжительность.

В работе проведены исследования и анализ методов и способов измерения влажности в стволе, ветках дерева, а также внутри и на поверхности (в коре) послойно от центра до коры. На основании полученной информации разработана концепция измерительного устройства для измерения влажности внутри ствола растущего дерева.

Целью настоящей работы является разработка измерительного устройства влажности растущего дерева на основе проведенного анализа опубликованных данных.

Для выполнения указанной цели поставлены следующие *задачи*:

1) сделать анализ существующих методов и средств измерения влажности в древесине растущего дерева;

2) разработать структурную схему.

Контроль физических параметров древесины дерева является критически важной задачей при мониторинге древостоев в течение созревания. Среди этих параметров влажность древесины является важной составной частью, которая играет ключевую роль в научном исследовании у специалистов лесного хозяйства.

Влажность напрямую влияет на внутреннее электрическое напряжение в стволе [1]. За последние сто лет физику древесины исследовали многие ученые. Выяснено, что удельное электрическое сопротивление древесины зависит от влажности [2]. Авторы Д. С. Чеснова, А. А. Побединский исследовали биоэлектрическую зависимость сосны кедровой сибирской от размера диаметра и времени года [3].

Проведены исследования основных известных методов и способов измерения влажности древесины по следующим параметрам (физические основы).

1. Принципы работы (физические основы).

Для оценки уровня влажности древесины *без прямого контакта или с минимальным контактом* в естественных условиях могут быть использованы следующие методы:

а) кондуктометрический (резистивный) метод, суть которого заключается в измерении изменения величины электрического сопротивления древесины. Вода в клетках древесины является проводником электрического тока. Сопротивление между двумя электродами, введенными в ствол, имеет обратную зависимость от влажности;

б) диэлькометрический (емкостной) метод основан на определении диэлектрической проницаемости древесины по измерению емкости электрического конденсатора. Диэлектрическая проницаемость воды (около 80) значительно превосходит аналогичный показатель сухой древесины (в пределах 2…5), поэтому влажность древесины влияет на ее общую диэлектрическую проницаемость и, соответственно, на электрическую емкость;

в) микроволновый метод. Измерение степени ослабления или фазового сдвига микроволнового излучения, проходящего через древесину. Вода хорошо поглощает излучение микроволнового диапазона.

2. Принцип действия (метод измерения).

Для использования в сложных лесных условиях с учетом долговечности и надежности наиболее подходящим является кондуктометрический (резистивный) метод, обеспечивающий оптимальный баланс точности и устойчивости. Сущность метода заключается в измерении электрического сопротивления древесины обратно пропорционально содержанию влаги в ней. Сухая древесина – отличный изолятор, а увеличение влажности (за счет электролита – воды) повышает ее электропроводность.

В основе принципа работы измерительного устройства лежат следующие условия:

1) в ствол дерева вкручиваются или вбиваются два или более электродов из нержавеющей стали (специализированного сплава, например, из платины);

2) генератор устройства подает на эти электроды переменное напряжение стабильной частоты (например, 1…10 кГц). Использование переменного тока критически важно для предотвращения поляризации и электролиза на электродах, что может привести к их быстрому разрушению и искажению результатов;

3) измерительная схема реагирует на изменение силы тока, проходящего между электродами через древесину, или падение напряжения на эталонном резисторе;

4) микроконтроллер преобразует этот сигнал в цифровой вид и, используя калибровочную зависимость (сохраненную в памяти), переводит значение сопротивления в процент влажности по массе (W%);

5) результаты отображаются на экране (при наличии) и/или передаются по беспроводной связи.

3. Альтернативные принципы действия, которые менее подходят для решения поставленной задачи:

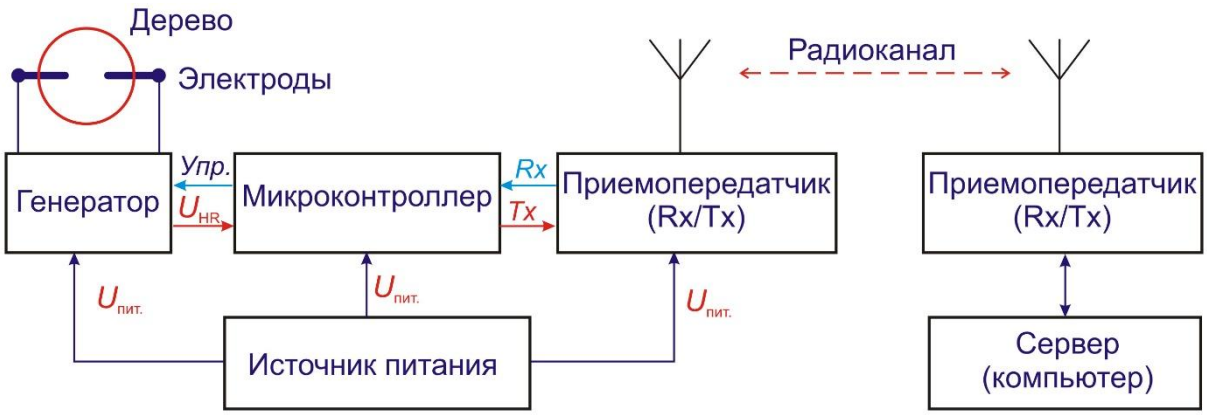
– **диэлькометрический (емкостной)**: требует сложной электроники, чувствителен к породе дерева, плотности, наличию зазоров, потребляет больше энергии;

– **оптический/инфракрасный**: требует чистой поверхности. Воспринимающий элемент датчика чувствителен к загрязнениям и пыли, не подходит для длительного мониторинга;

– **СВЧ-метод**: сложное и дорогое оборудование, высокое энергопотребление.

4. Разработка структурной схемы измерительного устройства.

Разработанное устройство измерения влажности растущего дерева представлено на рисунке. Устройство состоит из электродов, внедренных в дерево, из нержавеющего или нейтрального металла, например, техническая платина.



Структурная схема датчика измерения влажности дерева

Устройство состоит из:

– **датчика**: емкостные пластины или резистивные иглы;

– **микроконтроллера**: «Мозг» устройства (например, ESP32, STM32 или ATmega). Обрабатывает сигналы с датчика, вычисляет влажность и управляет энергопотреблением;

– **модуля связи**: для передачи данных на шлюз или в облако. Оптимальные технологии передачи данных:

- **LoRaWAN**: идеален для лесных условий благодаря большому радиусу действия (10…15 км) и низкому энергопотреблению;
- **NB-IoT**: альтернатива в зонах покрытия сотовых сетей.

– **источника питания**: солнечная панель с литий-ионным аккумулятором и схемой управления питанием для обеспечения автономной работы;

– **корпуса**: герметичный и ударопрочный, защищает электронику от влаги, пыли, насекомых и животных.

Программное обеспечение и визуализация данных:

– **прошивка микроконтроллера** – реализует алгоритмы измерений, калибровки, энергосбережения (переход в спящий режим между измерениями) и передачи данных;

– **облачная платформа/сервер** – получает данные со множества устройств и хранит их в базе данных;

– **веб-интерфейс/мобильное приложение** – предоставляет пользователю возможность просматривать графики влажности по отдельным деревьям или группам в режиме реального времени, а также задавать пороговые значения (например, отправку СМС при снижении влажности ниже 30 %).

В **заключении** данной работы следует отметить, что предлагаемая схема устройства измерения влажности дерева основана на методе внедрения электродной системы в тело ствола дерева на высоте 1,5 м от поверхности земли.

Предлагаемая концепция электронного дендрогигрометра открывает новые горизонты для точного измерения влажности древесины растущего дерева в течение всего года. Переход от единичных замеров к непрерывному мониторингу позволит по-новому взглянуть на динамику экосистем и физиологию растений.

Список источников

1. Побединский А. А., Чеснова Д. С. Влияние влажности на внутреннее напряжение в стволе сосны сибирской // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2023. С. 260–262.

2. Глебов И. Т. Физика древесины. Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. 80 с.

3. Чеснова Д. С., Побединский А. А. Зависимость биоэлектрических показателей сосны кедровой сибирской от размера диаметра // Агропродовольственная политика России. 2023. С. 16–22.

Научная статья
УДК 635.476:615.45/.46

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ЦБП

Алексей Евгеньевич Блинов[1], Светлана Ивановна Дружинина[2], Нелли Валерьевна Куцубина[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] aeblinov@yandex.ru
[2] svetlana.druzhinina@pcbk.ru
[3] kushubinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье выполнен обзор цифровых инструментов, активно внедряемых и применяемых на предприятиях ЦБП. Эффективное использование цифровых инструментов является важным фактором развития предприятия, в частности в сфере управления производственными процессами, повышения качества продукции, стимулирования трудовых ресурсов.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажная промышленность, цифровизация, цифровые инструменты

Для цитирования: Блинов А. Е., Дружинина С. И., Куцубина Н. В. Цифровые инструменты в ЦБП // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 589−594.

Original article

DIGITAL TOOLS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

Alexey E. Blinov[1], Svetlana I. Druzhinina[2], Nelli V. Kutsubina[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] aeblinov@yandex.ru
[2] svetlana.druzhinina@pcbk.ru
[3] kushubinanv@m.usfeu.ru

Abstract. This article provides an overview of digital tools actively implemented and used at pulp and paper industry enterprises. Effective use of digital tools is an important factor in enterprise development, particularly in the areas of production process management, product quality improvement, and workforce incentives.

© Блинов А. Е., Дружинина С. И., Куцубина Н. В., 2026

Keywords: pulp and paper industry, digitalization, digital tools
For citation: Blinov A. E, Druzhinina S. I., Kutsubina N. V. (2026) Cifrovy`e instrumenty` v CzBP [Digital tools in the pulp and paper industry]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 589−594. (In Russ).

Как и в любой другой отрасли, цифровизация в целлюлозно-бумажном производстве означает внедрение умных технологий [1]. Это позволяет экономить ресурсы, повышать качество продукции и быстрее адаптироваться к запросам клиентов. При цифровизации внедряют такие инструменты, как системы управления производством (MES), продвинутые системы планирования (APS), ERP-системы, CAD- и CAE-программы.

Цифровые программы для проектирования и контроля технологических процессов – это программное обеспечение, предназначенное для автоматизации процессов технологической подготовки производства (ТПП) и управления технологическими процессами (АСУ ТП). Такие программы могут быть в виде систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) или программ для автоматизации систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Одним из интересных представителей САПР-систем является система трехмерного проектирования Pro/ENGINEER [2].

Этап проектирования изделия включает трехмерное моделирование, оптимизацию конструкции, подготовку рабочих чертежей и определение процессов изготовления (проектирование программ для станков с ЧПУ). Основное преимущество Pro/ENGINEER перед традиционными методами проектирования – поддержка параллельной разработки изделия.

Примеры работ по инженерному анализу конструкций, выполненные авторами в программе Pro/ENGINEER, представлены на рис. 1.

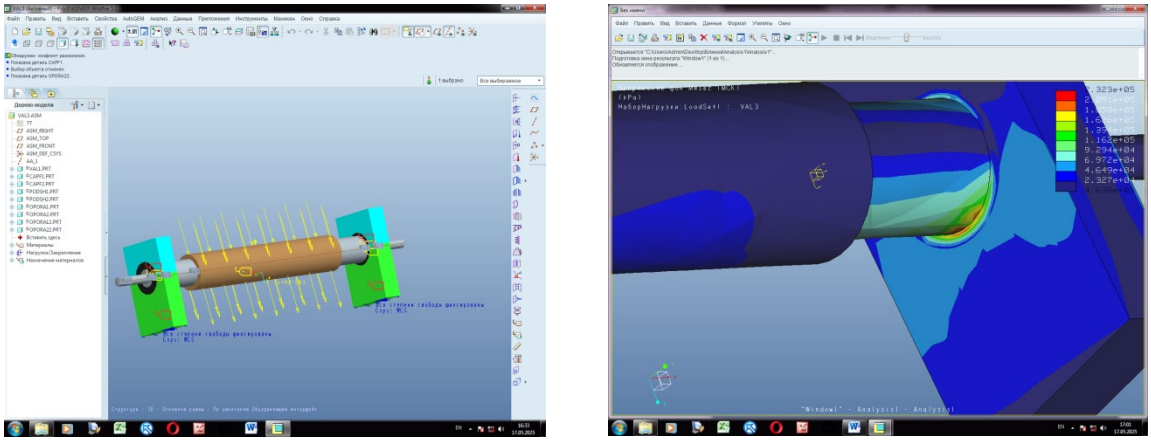


Рис. 1. Примеры работ по инженерному анализу конструкций валов БДМ, выполненные в программе Pro/Engineer

Группа компаний ПЦБК внедрила целый арсенал цифровых инструментов, которые делают производство умнее, быстрее и экологичнее. Рассмотрим несколько примеров.

Программа 1С: управление техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ТОИР). Она предназначена для специалистов по организации ремонтов и обслуживания промышленного оборудования, а также для всех подразделений, имеющих какое-либо отношение к управлению активами предприятия, ремонтам и обслуживанию: финансы и бухучет, логистика и снабжение, управление кадрами.

АСОДУ – это комплекс приложений для сбора, анализа, представления и архивирования информации, поступающей с разных цехов и участков предприятия или локальных подсистем АСУТП: от энергоресурсов до качества продукции (рис. 2).

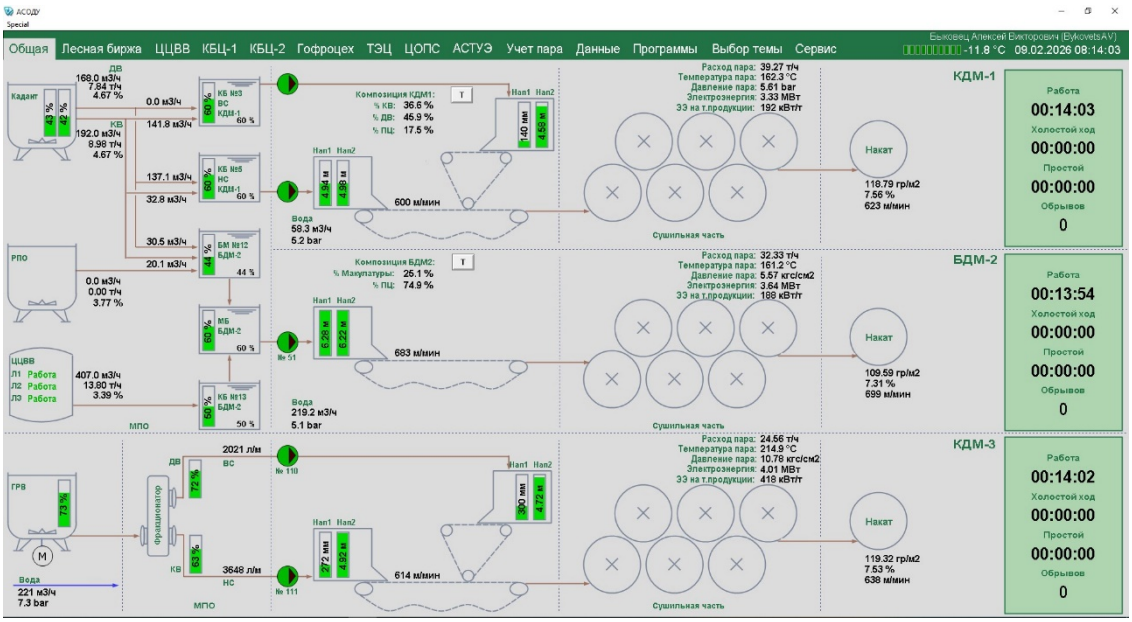


Рис. 2. Фрагмент комплекса приложений АСОДУ

АСТУЭ (автоматизированная система технического учета электроэнергии) – это комплекс аппаратно-программных средств для автоматического сбора потребления электричества от разных цехов и агрегатов. Помогает находить перерасход и экономить.

Базы данных временных рядов (TSDB) оптимизированы для работы с трендами – данными, которые упорядочены по времени. В отличие от традиционных реляционных баз данных, которые фокусируются на текущем состоянии данных, TSDB концентрируются на истории изменений показателей с привязкой к временным меткам.

Ресурсные счетчики – специальные системы учета расхода волокна, пара и воды. Они интегрированы с ERP, чтобы всегда была точная картина по использованию ресурсов.

Сервер качества – лаборатория в цифровом виде. Этот сервер хранит все данные по анализам, чтобы ни одна технологическая норма не осталась без контроля.

Telegram-бот сообщает о важных событиях на производстве в мессенджере.

Сайт СУМП (система удаленного мониторинга производства) – живой портал, где можно увидеть состояние производства в реальном времени.

Станция красителя с цветоопределяющей системой (рис. 3) позволяет производить измерение и регулирование цвета картона в режиме реального времени по координатам CIE L, a, b. Перед накатом установлен датчик определения цвета (рис. 4), который измеряет оттенок картона прямо во время его производства и подает сигнал для дозировки красителей (желтый, красный, черный). Тем самым повышается соответствие оттенка каждого рулона картона в объеме всей партии требуемому образцу



Рис. 3. Станция красителя



Рис. 4. Датчик определения цвета

Собственная цифровая разработка ПЦБК – технология «ЛесПрофи» для таксации лесов (определения качественных и количественных характеристик древесины) с помощью беспилотников и лазерного сканирования. Эта технология позволяет обрабатывать лесные территории площадью до 1500 га в день. С ее помощью можно быстро оценивать объем растущих деревьев, их породный состав, здоровье деревьев, а также рельеф и гидрографию участков, объемы древесины на складах (рис. 5, 6).



Рис. 5. Беспилотники

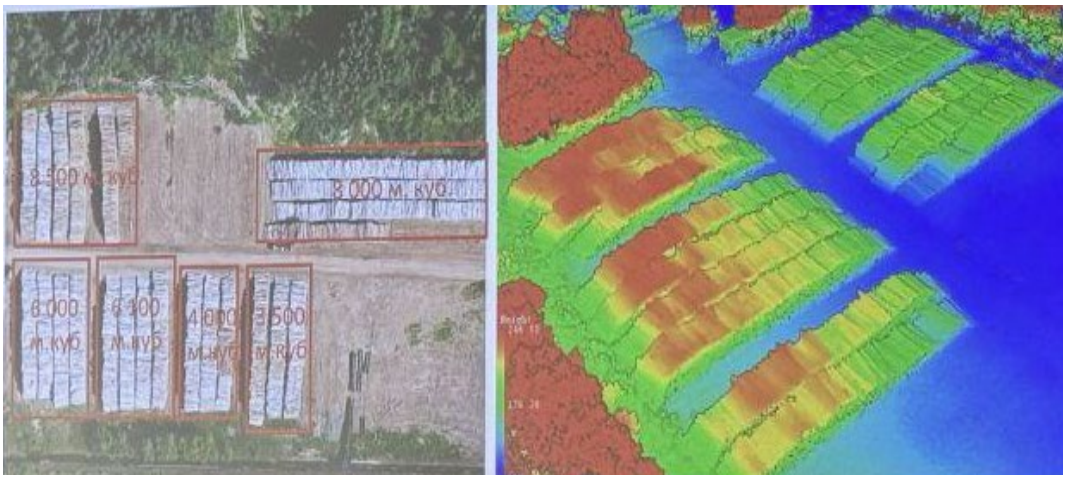


Рис. 6. Измерение объемов на складах древесины

В ближайшем будущем планируется внедрение следующих программ:

– объемное планирование. На основе математических моделей рассчитывается производительность оборудования – удобный портал, где можно сравнить план и факт потребления волокна;

– сведение балансов. Веб-платформа, которая помогает контролировать, сколько химии и энергии расходуется, фиксировать отклонения и находить пути оптимизации;

– цифровой двойник. Умная система, которая сама предлагает, как лучше настроить оборудование, чтобы получить максимум эффективности;

– генеалогия продукции. Будет создан удобный портал с динамическими отчетами – все о продукции: из чего сделана, сколько ресурсов потратили.

Эффективное использование цифровых инструментов – важный фактор развития предприятия [1]. Это позволит решить большое число проблем с управлением производственными процессами, повышением качества продукции, стимулированием трудовых ресурсов.

Список источников

1. Баурина С. Б. Технологии будущего: умные производства в промышленности // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2020. Т. 17, № 2 (110). С. 123–132.

2. Куцубина Н. В., Васильев В. В., Подковыркина О. М. Компьютерное моделирование механических систем. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 132 с.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЫСОТЫ ДЕРЕВА

Никита Андреевич Бобин[1], Сергей Петрович Санников[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] lofilevy@bk.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе представлен анализ методов и средств измерения высоты дерева и представлены их недостатки. Проведены результаты исследования по применению дальномера в качестве измерения высоты. Результаты представлены в таблице. Предложены перспективные сведения для разработки автоматического высотомера.

Ключевые слова: лес, дерево, высотомер, сбег дерева

Для цитирования: Бобин Н. А., Санников С. П. Принцип разработки измерителя высоты дерева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 595–599.

Original article

TREE HEIGHT MEASURING DEVICE DEVELOPMENT PRINCIPLE

Nikita A. Bobin[1], Sergey P. Sannikov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] lofilevy@bk.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The paper presents an analysis of methods and means of measuring the height of a tree and presents their disadvantages. The results of a research on the use of a rangefinder as an altitude measurement have been carried out. The results are shown in the table. Promising information is proposed for the development of an automatic altimeter.

Keywords: forest, tree, altimeter, tree rise

For citation: Bobin N. A., Sannikov S. P. (2026) Princip razrabotki izmeritelya vy`soty` dereva [Tree height measuring device development principle]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific

© Бобин Н. А., Санников С. П., 2026

creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 595–599. (In Russ).

В статье рассматривается актуальная проблема измерения высоты деревьев в условиях густого леса. Измерение высоты необходимо для таксационных характеристик древостоев, т. е. порода деревьев и их объем древесины для лесозаготовки.

Сомкнутый полог крон древостоев не делает возможность применения визуальных средств измерения высоты дерева. Традиционные высотомеры и большинство электронных оптических измерителей высоты построены на визуальном методе, который в густом древостое становится неэффективным.

В работе предложена концепция комбинированного устройства, основанного на использовании наземного лазерного сканирования (LiDAR) для анализа видимой части ствола с последующей математической экстраполяцией полной высоты на основе моделей сбежистости ствола. Рассмотрены теоретические основы метода, а также возможная простая аппаратная реализация и алгоритм работы. Измерительное устройство предназначено работать в автоматическом режиме.

Для этого в работе поставлена **цель** по исследованию методов и средств измерительных устройств высоты деревьев.

Для успешного решения поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследования**:

– изучить основные измерители высоты дерева и возможность их работы в автономном автоматическом режиме;

– провести анализ существующих методов, способов измерения высоты дерева;

– предложить возможные пути решения выявленных проблем.

Материалы и методы средств исследования

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов по технологии авиационного мониторинга лесов. В работе применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Обсуждение результатов исследования

Определение характеристик древостоя, включая высоту деревьев, является ключевой задачей лесоустройства и лесной таксации. Высота дерева играет важную роль в оценке запаса древесины, определении качества природных объектов насаждения и в анализе скорости его развития (прирост древесины).

Опыт применения портативного лазерного дальномера Disto A5 фирмы-изготовителя Leica (Швейцария) для определения высот деревьев использовали Б. В. Селезнев, Д. В. Панов [1]. Особенность дальномера

Disto A5 заключается в том, что если невозможно прямое измерение размера, например, высоты объекта, то Disto позволяет косвенное определение путем построения пространственных треугольников, в которых измеряются катет и гипотенуза, что и требуется для измерения высоты дерева. Вычисление второго катета (высоты) обеспечивает встроенная в дальномер Disto A5 функция «Теорема Пифагора». Производитель гарантирует точность измерения ± 1,5 мм на расстоянии до 200 м [1].

В работе О. С. Артемьева предложили методику и провели ее апробацию во время полевых работ [2]. Результат высоты деревьев получили по материалам цифровой съемки [2]. В эксперименте использовали 100 деревьев высотой до 10 м трех пород: лиственница сибирская, береза повислая, яблоня сибирская. Предложенная методика получила хорошие результаты по формуле

$$H_{д} = (T / P)\, L_{ч},$$

где $H_{д}$ – высота дерева, м;

T – разность относительных координат между основанием дерева и его вершиной;

P – разность относительных координат между основанием дерева и головой человека, стоящего рядом с деревом;

$L_{ч}$ – рост человека, м.

Разница в оценке высоты дерева по материалам цифровой фотосъемки колеблется от 0,9 м до 1,0 м. Среднее отклонение абсолютных значений составляет 0,436 м. Средняя систематическая ошибка измерений – 0,68 %.

Выше рассмотренные и другие визуальные методы, а также способы измерения высоты дерева основаны на геометрии, а именно геометрии прямоугольного треугольника с двумя катетами, гипотенузой и синусом угла между ними. Недостаток этих методов заключается в том, что наблюдатель должен стоять на расстоянии примерно равном высоте наблюдаемого дерева. Если взрослое дерево со спелой древесиной имеет высоту 25…28 м и более, то и расстояние до наблюдателя составит от 20 до 30 м. В густом лесу это практически невозможно.

Есть сведения, что имеется взаимосвязь между высотой дерева и линейного снижения диаметра для каждой породы. Коэффициент сбега может отличаться, но в среднем имеется корреляция данных. Результаты исследования в своей работе показали П. М. Верхунов, В. Л. Черных [3]. Авторы посвятили целый параграф сбегу древесного ствола и его показателям [3].

Сбег ствола дерева давно и успешно используется в лесной таксации для определения объема срубленной древесины через систему коэффициентов формы, представлено в таблице.

Основные показатели, характеризующие сбег ствола

Показатель	Сущность	Математическое выражение/Описание	Применение в модели
Действительный сбег	Разность диаметров двух конкретных сечений ствола	$S = d_1 - d_2$, где d_1 и d_2 – диаметры на разных высотах	Точно описывает форму ствола. Позволяет строить его профиль (образующую)
Средний сбег	Уменьшение диаметра в среднем на 1 м длины ствола	$S_{ср} = (d_н - d_в)/l$ где $d_н$ – диаметр нижнего сечения; $d_в$ – верхнего; l – длина	Дает общую характеристику, но не отражает деталей формы
Коэффициенты формы	Отношение диаметра на определенной высоте к диаметру на высоте 1,3 м (грудной высоте)	$q_2 = (d_{1/2})/(d_{1,3})$ $d_{1/2}$ – диаметр на половине высоты дерева; $d_{1,3}$ – диаметр на высоте груди	Используется в объемных и сортиментных таблицах. Для основных пород находится в известных диапазонах (например, сосна – 0,66, дуб – 0,68)
Таблицы сбега	Таблицы, где для данных диаметра на высоте 1,3 м и высоты ствола приведены средние диаметры для 2-метровых секций	Основаны на эмпирических данных для разных пород и разрядов высот	Позволяют определить диаметр в любой точке ствола и его объем

Аппаратная реализация измерительного прибора

Чтобы прибор мог самостоятельно собрать измеренные данные высоты дерева и произвести расчет, ему потребуется комплекс сенсоров и процессор для обработки информации.

Модуль сбора данных

Это «органы чувств» нашего прибора. Нам потребуется комбинация нескольких параметров полученными устройствами (элементами) модуля:

1. Лидар (LiDAR): это основа нашей идеи. Лидар позволит с высокой точностью построить 3D-облако точек видимой части ствола. Отсюда будут получены:

2. Расстояние до дерева: критически важно для любых угловых измерений.

3. Высота видимой части ствола: путем анализа облака точек определяется, до какой высоты ствол хорошо просматривается.

4. Диаметры на разных высотах: анализируя сечение облака точек, можно измерить диаметр ствола на различных участках видимой части.

5. Электронный клинометр/угломер: этот датчик будет измерять вертикальные углы. Он необходим для того, чтобы точно определить, под каким углом прибор «видит» основание и верхнюю границу видимой части ствола.

6. Камера с компьютерным зрением: может использоваться для дополнительного уточнения породы дерева путем анализа текстуры коры, что повысит точность выбора коэффициента формы.

Блок обработки и алгоритм работы

Собранные данные поступают в вычислительный модуль (микропроцессор), работающий со следующим алгоритмом:

1) определение базовых параметров: на основе данных лидара и клинометра прибор точно определяет расстояние до дерева (L) и высоту видимой части ствола ($h_{\text{видимая}}$);

2) построение профиля видимой части: по облаку точек лидара строится профиль изменения диаметра видимой части ствола. Это позволяет рассчитать действительный сбег на начальном участке;

3) прогнозирование полного профиля: на основе полученного начального сбега и предполагаемого коэффициента формы q_2 (взятого из базы данных для идентифицированной породы) математическая модель достраивает профиль ствола до вершины (где диаметр равен нулю);

4) расчет полной высоты: интегрируя полученную кривую сбега, процессор вычисляет полную высоту дерева (H).

Заключение и перспективы

Предложенная концепция объединяет проверенные временем модели и современные технологии дистанционного измерения.

Сильная сторона: модель позволяет обойти фундаментальную проблему закрытой кроны дерева, не прибегая к дорогостоящим и не всегда доступным методам, наподобие аэрофотосъемки.

Область для развития: точность метода будет напрямую зависеть от полноты и качества базы данных «порода – коэффициент формы» и от совершенства математической модели, описывающей сам сбег.

Список источников

1. Селезнев Б. В., Панов Д. В. Опыт применения портативного лазерного дальномера для определения высот деревьев // Интерэкспо ГеоСибирь. 2009. Т. 4, № 2. С. 185–189.

2. Артемьев О. С., Вайс А. А., Найденко Е. А. Методика измерения высот деревьев по материалам цифровой наземной фотосъемки // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. № 8. С. 122–125.

3. Верхунов П. М., Черных В. Л. Таксация леса. 2-е изд., стер. Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, 2009. 396 с.

Научная статья
УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРО- И МИНИ-БПЛА ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТОВ

Константин Владимирович Власов[1], **Александр Витальевич Лубенцов**[2]
[1, 2] Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Воронеж, Россия
[1, 2] lubensov@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена использованию микро- и мини-беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для анализа территорий. В статье рассматриваются их возможности в экологии, лесном хозяйстве и строительстве, а также преимущества для мониторинга объектов с высокой точностью и быстротой.

Ключевые слова: микро-БПЛА, мини-БПЛА, мониторинг, экология, лесное хозяйство

Для цитирования: Власов К. В., Лубенцов А. В. Особенности использования микро- и мини-БПЛА для анализа территории объектов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 600–604.

Original article

FEATURES OF USING MICRO- AND MINI-UAVS TO ANALYZE THE TERRITORY OF OBJECTS

Konstantin V. Vlasov[1], **Alexander V. Lubentsov**[2]
[1, 2] Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia
[1, 2] lubensov@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the use of micro- and mini-unmanned aerial vehicles (UAVs) for the analysis of territories. The article discusses their capabilities in ecology, forestry and construction, as well as advantages for monitoring objects with high accuracy and speed.

Keywords: micro-UAVs, mini-UAVs, monitoring, ecology, forestry

For citation: Vlasov K. V., Lubentsov A. V. (2026) Osobennosti ispol`zovaniya mikro- i mini-BPLA dlya analiza territorii ob``ektov [Features of using micro- and mini-UAVs to analyze the territory of objects]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of

© Власов К. В., Лубенцов А. В., 2026

youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 600–604. (In Russ).

Актуальность исследования характеристик и особенностей применения данного класса беспилотных летательных аппаратов определяется растущей потребностью в получении высокоточной пространственной информации при минимальных временных и экономических затратах. Миниатюризация технологий позволила создать компактные системы, способные выполнять широкий спектр задач по анализу территории с высокой степенью детализации.

В настоящей работе рассматриваются технические параметры мини- и микро-БПЛА, определяющие их эффективность при решении задач территориального анализа, а также исследуются основные направления практического применения данных аппаратов в различных отраслях хозяйственной деятельности. Особое внимание уделяется преимуществам использования компактных беспилотных систем по сравнению с альтернативными методами дистанционного мониторинга территорий.

Классификация беспилотных летательных аппаратов по массогабаритным параметрам представляет собой фундаментальную основу для определения технических возможностей и сферы применения данных систем [1, 2]. Согласно общепринятой систематизации, к категории микро-БПЛА относятся аппараты с максимальной взлетной массой до 5 кг, тогда как мини-БПЛА характеризуются массой от 5 до 30 кг. Данное разделение обусловлено существенными различиями в конструктивных решениях, энергетических возможностях и функциональном потенциале аппаратов.

Линейные размеры микро-БПЛА обычно не превышают 50 см по максимальному габариту, что обеспечивает высокую мобильность систем и возможность их развертывания в ограниченных пространствах. Мини-БПЛА характеризуются размахом крыльев или диаметром ротора от 50 см до 2 м при использовании самолетной схемы и до 1,5 м для мультироторных конфигураций. Компактность конструкции определяет возможность транспортировки аппаратов силами одного оператора без применения специализированной техники.

Летно-технические характеристики рассматриваемого класса беспилотных систем определяются параметрами энергетической установки и аэродинамической схемой проведения комплексного анализа территорий различного назначения (рисунок, таблица).

Масса целевой нагрузки микро-БПЛА не превышает 500 г, что позволяет размещать компактные цифровые камеры видимого диапазона или легкие мультиспектральные сенсоры. Мини-БПЛА способны нести полезную нагрузку массой до 5 кг, что расширяет возможности по установке высокоточного фотограмметрического оборудования, тепловизионных систем или специализированных датчиков дистанционного зондирования.



Иллюстрация мини и микро БПЛА

Системы управления и навигации данного класса аппаратов базируются на автоматических контроллерах полета с интегрированными модулями спутниковой навигации. Точность позиционирования составляет от 1 до 5 м в горизонтальной плоскости при использовании стандартных приемников, что обеспечивает выполнение автоматизированных миссий по заранее запрограммированным маршрутам. Современные модификации оснащаются системами стабилизации изображения и компенсации ветровых воздействий [3].

Сравнение параметров микро- и мини-БПЛА

Параметры	Микро-БПЛА	Мини-БПЛА
Вес	До 250 г	250 г…2 кг
Дальность полета	До 2 км	До 10 км
Время полета	До 30 мин	До 60 мин
Тип управления	Ручное или полуавтоматическое	Ручное или полуавтоматическое
Камера	HD или базовая камера	4K или высококачественная камера
Применение	Съемка в ограниченных пространствах, исследования малых объектов	Съемка больших территорий, мониторинг с высоким уровнем требований

Сфера практического применения беспилотных летательных аппаратов малых классов охватывает широкий спектр направлений хозяйственной деятельности, где требуется оперативное получение пространственной информации высокого разрешения. Наиболее востребованной областью использования данных систем является мониторинг сельскохозяйственных территорий, где микро- и мини-БПЛА обеспечивают регулярный контроль состояния посевов, оценку вегетационных индексов и выявление локальных аномалий развития растительности. Применение мультиспектральных

сенсоров позволяет осуществлять анализ биомассы, диагностику заболеваний растений на ранних стадиях развития и оптимизировать внесение удобрений на основе дифференцированного картографирования потребностей культур [4, 5].

В сфере инспекции промышленной инфраструктуры беспилотные системы рассматриваемого класса обеспечивают техническое обследование протяженных линейных объектов, включая магистральные трубопроводы, линии электропередач и транспортные коммуникации.

Геодезические работы и создание топографических планов местности представляют собой перспективное направление использования мини- и микро-БПЛА, где достигается значительное сокращение временных затрат по сравнению с традиционными наземными методами съемки. Фотограмметрическая обработка серий снимков, полученных с борта аппарата, обеспечивает формирование цифровых моделей рельефа с точностью до 3…5 см в плане и 5…10 см по высоте при использовании наземных опорных точек. Технология применяется при проектировании объектов капитального строительства, планировании земельных участков и актуализации кадастровых данных.

Мониторинг строительных площадок осуществляется посредством регулярных облетов территории с формированием трехмерных моделей объектов на различных стадиях возведения.

Экологический мониторинг природных территорий реализуется путем систематического наблюдения за состоянием растительного покрова, водных объектов и геологических структур. Беспилотные системы обеспечивают выявление несанкционированных свалок отходов, контроль береговой эрозии, оценку масштабов лесных пожаров и документирование последствий стихийных бедствий. Оперативность развертывания аппаратов и минимальные требования к инфраструктуре базирования определяют эффективность применения данных средств при работе в удаленных районах с ограниченной транспортной доступностью.

Проведенный анализ технических характеристик и областей практического применения микро- и мини-БПЛА демонстрирует высокую эффективность данного класса беспилотных систем при решении задач территориального анализа. Компактность конструкции, оперативность развертывания и относительно невысокая стоимость эксплуатации определяют конкурентные преимущества рассматриваемых аппаратов по сравнению с пилотируемой авиацией и космическими системами дистанционного зондирования в ситуациях, требующих детальной съемки локализованных территорий.

Дальнейшее развитие беспилотных систем малых классов связывается с совершенствованием энергетических установок, повышением автономности полета и интеграцией специализированных сенсорных систем, что расширит функциональные возможности аппаратов при анализе территории объектов [5].

Список источников

1. Козлов А. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в геодезии и картографии. М. : Геоинформатика, 2021. 215 с.

2. Юркина К. Д., Лубенцов А. В. Современные методы борьбы с беспилотными летательными аппаратами на охраняемых объектах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 643–647.

3. Шевченко А. Б. Технологии беспилотных летательных аппаратов в экологическом мониторинге. Новосибирск : Сибирский университет, 2019. 234 с.

4. Володина Т. И., Михайлов В. П. Мини-БПЛА для мониторинга крупных территорий: применение, особенности и тенденции. Екатеринбург : УрФУ, 2020. 198 с.

5. Gantz J. F. The Future of Drones in Environmental Research and Monitoring // Journal of Remote Sensing. 2021. Vol. 44. P. 24–34.

Научная статья
УДК 630*96

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРОТОТИПА ОКОРОЧНОГО СТАНКА

Рафаэль Рамилевич Ганеев[1], Анастасия Юрьевна Чевардина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] rafael.yezhov@gmail.com
[2] chevardinaayu@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной статье разработан цифровой прототип окорочного станка. Представлены основные этапы моделирования и показаны подходящие инструменты для построения трехмерной модели станка.

Ключевые слова: 3D-моделирование, окорочный станок, цифровой прототип, 3D-модель

Для цитирования: Ганеев Р. Р., Чевардина А. Ю. Разработка цифрового прототипа окорочного станка // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 605–609.

Original article

DEVELOPMENT OF A DIGITAL PROTOTYPE OF A DEBARKING MACHINE

Rafael R. Ganeev[1], Anastasia Yu. Chevardina[2]
[1, 2] Ural State Forest University, Ekaterinburg, Russia
[1] rafael.yezhov@gmail.com
[2] chevardinaayu@m.usfeu.ru

Abstract. This article describes the development of a digital prototype of a debarking machine. It presents the main stages of modelling and shows the appropriate tools for constructing a three-dimensional model of the machine.

Keywords: 3D-modelling, debarking machine, digital prototype, 3D-model

For citation: Ganeev R. R., Chevardina A. Yu. (2026) Razrabotka cifrovogo prototipa okorochnogo stanka [Development of a digital prototype of a debarking machine]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 605–609. (In Russ).

© Ганеев Р. Р., Чевардина А. Ю., 2026

Современные станки для обработки дерева становятся сложнее, и к их надежности предъявляются все более высокие требования. Создание и испытание физических образцов является для предприятия затратным и длительным процессом. Чтобы решить эту проблему, предлагается использовать цифровые технологии, например, технологию цифровых двойников.

Цифровой двойник – это виртуальная модель существующего станка, которая постоянно получает данные с его датчиков. Эта модель позволяет отслеживать состояние станка в реальном времени, предсказывать возможные поломки, улучшать его работу и планировать техобслуживание.

Цифровой прототип – это более простая версия двойника. Это трехмерная модель, которая отображает геометрию будущего станка. С его помощью можно:

– проверить взаимодействие элементов оборудования между собой;

– оценить внешний вид и удобство эксплуатации;

– создать понятные инструкции для сборки и использования;

– реализовать образовательные цели.

В данной работе создана трехмерная геометрическая модель вместо традиционных чертежей. Для анализа работы станка была создана его упрощенная модель. Достоинства модельно-ориентированного проектирования:

1) проведение тестирования объекта, начиная с ранних стадий разработки, как полностью, так и частично. Например, в MATLAB/Simulink можно сымитировать работу приводов станка;

2) выявление недостатков на компьютерной модели оборудования до этапа реализации опытного образца [1].

Для разработки цифрового прототипа окорочного станка была выбрана программа Blender-3D. Хотя эта программа не так распространена среди разработчиков, как SolidWorks или Kompas-3D, у нее есть важные преимущества:

– бесплатное распространение с открытым исходным кодом;

– инструменты для создания сложных элементов позволяют быстрее моделировать нестандартные формы, например, корпус станка;

– высокое качество визуализации позволяет создавать реалистичные изображения;

– есть возможность автоматизировать задачи и создавать собственные дополнения с помощью средств интеграции Python.

Традиционно окорочный станок состоит из следующих частей [2]:

1) рама – основа, которая обеспечивает устойчивость;

2) ролики – элементы вращения и подачи бревна;

3) ротор – главная часть, на которой находятся инструменты для снятия коры;

4) окорочные головки снимают кору с бревна;

5) система привода – двигатели, которые приводят в движение ролики и ротор.

Процесс разработки цифрового прототипа окорочного станка состоял из следующих этапов:

– этап 1: создание основных форм. Были изучены чертежи похожих станков, за основу был взята модель 20К63-1, представленная в работе [2, 3], после чего созданы основные детали: рама, ролики, корпус ротора, результат представлен на рис. 1. Были использованы инструменты для работы с сеткой и специальные модификаторы (например, Mirror для симметричных деталей, Array для создания конвейера);

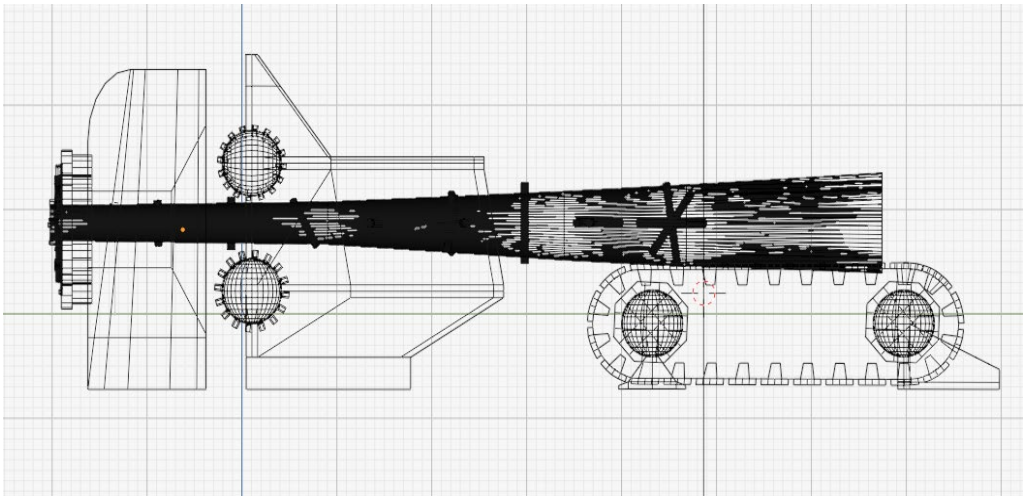


Рис. 1. Основные детали

– этап 2: сборка и проверка на столкновения. На данном этапе разработки производилась сборка конструкции в единую модель. Результат представлен на рис. 2. Была произведена проверка на пересечение деталей во избежание столкновений на раннем этапе проектирования;

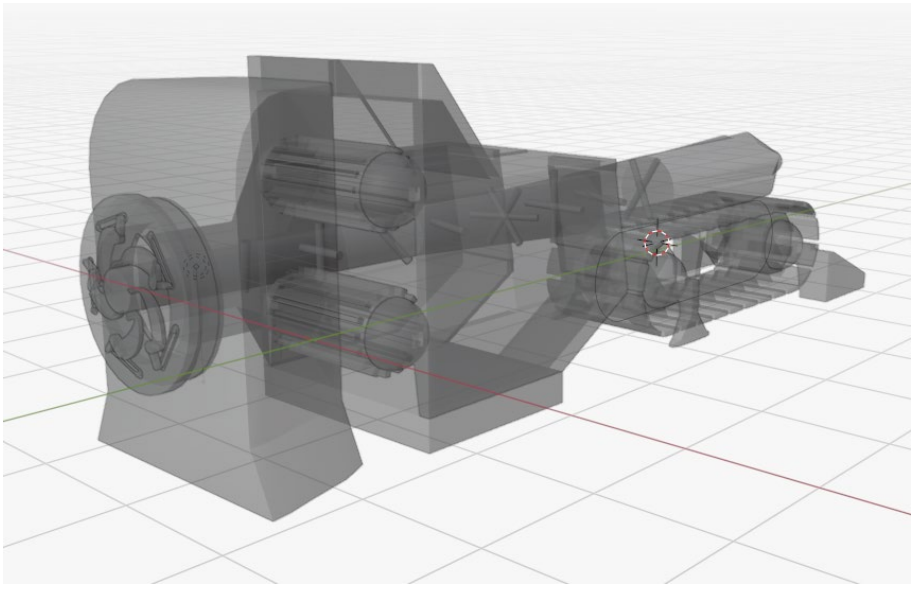


Рис. 2. Базовая модель

– этап 3: настройка материалов и показ изображения. Были добавлены следующие материалы: металл для рамы и роликов [4]. Материалы помогают визуализировать станок еще до того, как он будет произведен. Результат представлен на рис. 3.



Рис. 3. Итоговый рендер

В итоге был создан цифровой прототип окорочного станка, позволяющий:

– заблаговременно определить вид будущего оборудования;

– проверить расположение частей станка, при необходимости произвести модификацию оборудования;

– изучать конструкцию виртуально, чтобы обучать персонал или студентов.

Компьютерная среда для трехмерного моделирования Blender-3D хорошо подходит для создания прототипов и сборки, но для расчетов прочности и нагрузки нужно переносить модель в другие специальные программы [5].

В результате был реализован модельно-ориентированный подход к проектированию окорочного станка. В работе обоснован выбор программной среды для реализации данного подхода и выполнено исследование общей конструктивной схемы оборудования. Основным результатом работы является разработанный цифровой прототип окорочного станка, созданный с применением инструментов трехмерного моделирования в среде Blender-3D. Применение проектирования на основе моделей в сочетании с современными средствами компьютерного моделирования позволяет существенно упростить процесс разработки, минимизировать количество ошибок на ранних этапах и, как следствие, повысить эффективность и качество инженерных решений.

Список источников

1. Цифровое моделирование // Хабр : [сайт]. URL: https://habr.com/ru/articles/837922/ (дата обращения: 17.11.2025).

2. Симонов М. Н., Торговников Г. И. Окорочные станки. М. : Лесная промышленность, 1990. 183 с.

3. Патент № 2872365 СССР, МПК B27L 1/00 (2006/01). Окорочный станок : заявл. 21.01.1980 : опубл. 07.10.1981 / А. А. Колмогоров, И. С. Корчма, Г. Н. Лапо [и др.] ; заявитель Сибирское производственное объединение «Сибтяжмаш». 3 с.

4. CC0 textures in library // CC0 Textures : [website]. URL: https://cc0-textures.com/ (date of accessed: 05.09.2025).

5. Трехмерное моделирование в современном мире // Хабр : [сайт]. URL: https://habr.com/ru/articles/451266/?ysclid=mie3eoze6g82420800 (дата обращения: 17.11.2025).

Научная статья
УДК 621.311

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРИВЯЗНОГО БПЛА

Константин Дмитриевич Горлов[1], Александр Витальевич Лубенцов[2]
[1, 2] Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Воронеж, Россия,
[1, 2] lubensov@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматривается проектирование системы питания для привязного беспилотного летательного аппарата. Основное внимание уделяется выбору и обоснованию компонентов, необходимых для обеспечения стабильной и продолжительной работы устройства.

Ключевые слова: привязной БПЛА, блок питания, кабель питания

Для цитирования: Горлов К. Д., Лубенцов А. В. Проектирование системы питания для привязного БПЛА // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 610–614.

Original article

DESIGNING A POWER SUPPLY SYSTEM FOR A TETHERED UAV

Konstantin D. Gorlov[1], Alexander V. Lubentsov[2]
[1, 2] Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia
[1, 2] lubensov@mail.ru

Abstract. This paper considers the design of a power supply system for a tethered unmanned aerial vehicle. The main focus is on the selection and justification of the components necessary to ensure stable and long-term operation of the device.

Keywords: tethered UAV, power supply, power cable

For citation: Gorlov K. D., Lubentsov A. V. (2026) Proektirovanie sistemy` pitaniya dlya privyaznogo BPLA [Designing a power supply system for a tethered UAV]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 610–614. (In Russ).

© Горлов К. Д., Лубенцов А. В., 2026

Привязные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой особый класс летательных систем, которые получают энергию и зачастую данные по кабелю с наземной станции. Такое решение позволяет обеспечивать практически неограниченное время полета, что критически важно для задач длительного наблюдения, ретрансляции связи, охраны периметра и проведения световых шоу.

Ключевым элементом, обеспечивающим жизнеспособность всей системы, является система электропитания, состоящая из двух основных компонентов:

1) наземный блок питания (БП);
2) кабель питания (силовой трос).

Проектирование этой системы требует комплексного подхода, учитывающего электрические, механические и эксплуатационные требования [1].

Проектирование наземного блока питания (БП)

Основная задача блока питания – преобразование доступного напряжения (например, от сети 220В, генератора или аккумуляторной батареи) в стабильное напряжение, необходимое для работы БПЛА, с компенсацией потерь в кабеле.

Ключевые требования и расчетные параметры:

– выходная мощность (P_out) – определяется суммарной мощностью, потребляемой БПЛА: P_out = P_двигателей + P_авионики + P_полезной_нагрузки (камеры, передатчики);

– необходимо закладывать запас мощности не менее 20…30 % для пиковых нагрузок и обеспечения надежности;

– выходное напряжение (U_out). Выбор напряжения – это компромисс:

- высокое напряжение (например, 48V, 400V, 600V). *Плюсы:* снижение силы тока ($I = P/U$) при той же мощности. Это позволяет использовать более тонкий и легкий кабель, что снижает его вес и нагрузку на БПЛА. *Минусы:* необходимость в преобразователе напряжения на борту БПЛА для питания низковольтной электроники (12V, 5V), что усложняет конструкцию и снижает общий КПД;
- низкое напряжение (например, 12V, 24V). *Плюсы:* простота бортовой схемы, возможность прямого питания от аккумуляторов при перебоях. *Минусы:* высокая сила тока, требующая толстого и тяжелого кабеля, что ограничивает высоту и маневренность;

– стабильность напряжения. БП должен компенсировать падение напряжения в кабеле. Используется режим стабилизации напряжения на конце линии (Remote Sense). Блок питания поднимает выходное напряжение на своей клемме ровно настолько, чтобы на входе в БПЛА было требуемое значение, несмотря на сопротивление кабеля;

– КПД. Должен быть максимально высоким (обычно > 90 %), чтобы минимизировать потери энергии и тепловыделение. Предпочтение отдается импульсным источникам питания (SMPS);

– защита. Обязательный комплекс систем защиты:

- от короткого замыкания (КЗ);

• от перегрузки по току;

• от перегрева;

• от перенапряжения и скачков в сети;

– система управления и мониторинга: современные БП часто имеют интерфейсы (CAN, Ethernet) для дистанционного включения/выключения, мониторинга выходных параметров (ток, напряжение) и диагностики (рисунок) [2, 3].



Структурная схема блока питания

Проектирование кабеля питания (силового троса)

Кабель в привязном БПЛА – это не просто провод, а критически важный функциональный элемент, испытывающий комплекс нагрузок [4].

Электрические аспекты проектирования:

– расчет падения напряжения. Это основной расчет:

$$\Delta U = I\text{R_cable}L2,$$

где L – длина;

2 – учет обоих проводников: «+» и «–»;

• сопротивление кабеля: R_cable зависит от материала (медь) и сечения жилы (S);

• цель проектирования – выбрать такое сечение, чтобы падение напряжения ΔU при максимальной длине и максимальном токе было в допустимых пределах (обычно 5…10 % от U_out);

– выбор сечения жилы. Чем больше ток и длина, тем больше должно быть сечение. Однако с увеличением сечения растет вес и жесткость кабеля.

Механические аспекты проектирования:

– вес. Является главным ограничивающим фактором. Вес кабеля создает постоянную нагрузку на двигатели БПЛА, снижая эффективность и ограничивая максимальную высоту;

– прочность на разрыв. Кабель должен выдерживать вес самого себя на всей рабочей длине, а также динамические нагрузки от ветра, рывков и маневров БПЛА. Для этого используются:

• несущая жила (сердечник) из высокопрочных материалов (арамидные волокна (Кевлар, Динима), спектры). Именно этот сердечник воспринимает механическую нагрузку;

• экранирование: медная оплетка для защиты от электромагнитных помех;

– гибкость и стойкость к скручиванию. Кабель постоянно изгибается и скручивается. Конструкция должна быть стойкой к усталостным разрушениям. Жилы часто выполняются из множества тонких проволок.

Конструктивные особенности и материалы

Типичная структура «силового троса»:

1) центральный силовой элемент – арамидная нить;

2) медные жилы – вокруг силового элемента, часто свитые определенным образом для гибкости;

3) изоляция – легкий, прочный и гибкий материал (например, термопластичный полиуретан TPU, термоэластопласт TPE). Он обеспечивает защиту от влаги, абразивного износа и ультрафиолета;

4) экран – оплетка из луженой меди;

5) внешняя оболочка – износостойкий материал (например, тот же TPU).

Интеграция с БПЛА:

– разъем: необходим надежный, легкий и быстроразъемный коннектор на стороне БПЛА. Он должен быть защищен от вибрации, влаги и самопроизвольного отсоединения;

– система сматывания (лебедка): для мобильных комплексов требуется механизм для удобного хранения и развертывания кабеля, обеспечивающий равномерную намотку без перегибов.

Взаимосвязь и комплексный подход

Проектирование БП и кабеля неразрывно связано. Процесс выглядит как интеграция:

1) определяются требования БПЛА: мощность, рабочая высота (длина кабеля);

2) выбирается рабочее напряжение (компромисс между сложностью БП/бортового преобразователя и весом кабеля);

3) рассчитывается предварительное сечение кабеля, исходя из допустимого падения напряжения и его предполагаемого веса;

4) проверяется, способен ли БПЛА с выбранным кабелем обеспечить требуемую высоту и стабильность полета (аэродинамический расчет);

5) при необходимости параметры (напряжение, сечение) корректируются.

Пример оптимизации

Для БПЛА с мощностью 1000 Вт и высотой 100 м:

– при 24V ток составит ~ 41,7 А. Для минимальных потерь потребуется очень тяжелый кабель (сечение ~ 6…10 мм^2), который может сделать полет невозможным;

– при 400V ток составит всего 2,5 А. Можно использовать легкий кабель сечением ~ 0,5…0,75 мм^2. Затраты на разработку бортового понижающего преобразователя окупятся выигрышем в летных характеристиках.

Заключение

Проектирование системы питания для привязного БПЛА – это многокритериальная инженерная задача, требующая поиска оптимального баланса между электрическими параметрами, массогабаритными характеристиками и механической надежностью [5].

Современный тренд – это переход на высоковольтные системы (сотни вольт) в сочетании с использованием сверхпрочных и легких композитных материалов для кабеля. Это позволяет достигать больших высот и длительности полета, что расширяет область применения привязных БПЛА в гражданской и оборонной сферах. Успех проекта напрямую зависит от слаженной работы специалистов в области силовой электроники, кабельной техники и аэродинамики.

Список источников

1. Андреев А. М. Автоматизация управления мультироторного беспилотного летательного аппарата с электропитанием по кабелю от наземной станции // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2025. № 1–2. С. 123–126.

2. Концепция перспективной системы проводного питания БПЛА на основе анализа существующих систем / В. М. Ксаткин, И. А. Кайсина, А. Е. Кайсин [и др.] // Выставка инноваций – 2021 (весенняя сессия) : сборник материалов XL Научно-технической конференции молодежи АО «ИЭМЗ «Купол» (Ижевск, 23 марта – 22 апреля 2021 года). Ижевск : Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, 2021. С. 80–88.

3. Евтодьева М. Г., Целицкий С. В. Беспилотные летательные аппараты военного назначения: тенденции в сфере разработок и производства // Пути к миру и безопасности. 2019. № 2 (57). С. 104–111.

4. Лубенцов А. В., Ярцева А. А. Реализация проекта привязного беспилотного летательного аппарата на охраняемых объектах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 7–17 апреля 2025 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 648–654.

5. Мерзляков А. Р., Лубенцов А. В. Принципы функционирования бесколлекторных двигателей, применяемых в беспилотных воздушных судах // Актуальные проблемы деятельности подразделений уголовно-исполнительной системы : сборник трудов ВНПК. Воронеж : Научная книга, 2024. С. 74–82.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

К ВОПРОСУ ПО ПРОБЛЕМАМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕБОЛЬШИХ УЧАСТКОВ ЛЕСА

Руслан Азадович Гусейнов[1], Сергей Петрович Санников[2], Валерий Викторович Шипилов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ruslanguseynov2000@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем космического мониторинга небольших участков леса. Сделан анализ получения информации со спутников об изменениях лесной среды, результаты представлены в удобной форме в виде таблиц. Предложены возможные перспективы развития космического мониторинга небольших участков леса.

Ключевые слова: лес, участок, мониторинг, космос, проблемы

Для цитирования: Гусейнов Р. А., Санников С. П., Шипилов В. В. К вопросу по проблемам космического мониторинга небольших участков леса // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 615–619.

Original article

ON THE PROBLEMS OF SPACE MONITORING OF SMALL FOREST SITES

Ruslan A. Guseinov[1], Sergey P. Sannikov[2], Valery V. Shipilov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ruslanguseynov2000@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems of space monitoring of small forest sites. The analysis of obtaining information from satellites on changes in the forest environment is made, the results are presented in a convenient form of the tables. Possible prospects for the development of space monitoring of small forest sites are proposed.

© Гусейнов Р. А., Санников С. П., Шипилов В. В., 2026

Keywords: forest, sites, monitoring, space, problems
For citation: Guseinov R. A., Sannikov S. P., Shipilov V. V. (2026) K voprosu po problemam kosmicheskogo monitoringa nebol`shix uchastkov lesa [On the problems of space monitoring of small forest sites]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 615–619. (In Russ).

Космический мониторинг лесов представляет собой систему регулярных наблюдений и контроля за состоянием лесных территорий, анализа происходящих процессов и своевременного выявления изменений с использованием средств космического базирования. Этот метод стал ключевым инструментом в решении актуальных проблем лесного сектора, включая развитие арендных отношений, сертификацию, охрану старовозрастных лесов, борьбу с незаконными рубками и пожарами. Однако мониторинг небольших участков леса сталкивается с рядом существенных проблем, которые требуют детального изучения и решения [1, 2].

Целью данной работы является анализ проблем космического мониторинга небольших участков леса и предложение путей их решения. В работе поставлены следующие **задачи исследования**:

– изучить основные задачи космического мониторинга лесов;

– выявить специфические проблемы, связанные с мониторингом небольших участков;

– проанализировать технические и методические ограничения;

– предложить возможные пути решения выявленных проблем;

– оценить перспективы развития технологий мониторинга.

Суть проблемы

Ограничения пространственного и временного разрешения

Пространственное разрешение: для мониторинга небольших участков леса (например, вырубок до 5…10 га) требуются данные высокого разрешения (менее 10 м/пиксель). Однако спутники среднего разрешения (например, IRS-P6 AWIFS с разрешением 55 м) не позволяют детально анализировать небольшие территории [3].

Временное разрешение: оперативное обнаружение изменений (например, незаконных рубок) требует частой съемки (ежедневной или еженедельной). Однако многие спутники высокого разрешения не обеспечивают необходимой периодичности съемки из-за длительных циклов повторного обзора.

Методические проблемы:

– автоматизация обработки данных: отсутствие автоматизированных инструментов для дискриминации участков вырубок от других изменений (например, природных процессов) затрудняет оперативный анализ;

– сезонные и атмосферные помехи: облачность, освещенность и сезонные изменения растительности влияют на качество и интерпретацию данных. Например, спектральные характеристики леса различны в зависимости от сезона, что осложняет идентификацию изменений.

Экономические и организационные проблемы:

– стоимость данных: высокоразрешающие снимки часто коммерчески доступны, но их стоимость может быть высокой для регулярного мониторинга больших территорий;

– неактуальность данных лесоустройства: устаревшие картографические материалы и данные лесоустройства снижают точность оценок на основе космических снимков.

Технологические ограничения

Спектральные возможности: существующая аппаратура (например, AVHRR и MODIS) не всегда подходит для детального мониторинга небольших участков, так как не обеспечивает необходимого спектрального диапазона для анализа состояния лесов. Результаты исследований сравнительного анализа спутниковых снимков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение возможностей спутниковой съемки для мониторинга лесов

Тип съемки	Пространственное разрешение	Временное разрешение	Применимость для небольших участков
Среднее (e.g., AVHRR)	1000 м	3…12 ч	Низкая
Высокое (e.g., Landsat)	15…30 м	16 дней	Средняя
Сверхвысокое (e.g., WorldView)	0,3…2 м	1…5 дней	Высокая

Пути решения проблем

Для повышения эффективности мониторинга лесных ресурсов необходим комплексный подход, включающий технологические, организационные и методические инновации.

В технологическом аспекте использование группировок малых спутников, таких как системы RapidEye и Planet Labs, обеспечивает получение снимков высокого разрешения с высокой периодичностью. Активное внедрение искусственного интеллекта и нейросетей, аналогично практике «Терра Тех», позволяет автоматизировать процесс обнаружения изменений в лесных массивах, повышая скорость и точность анализа. Совершенствование алгоритмов обработки, включая атмосферную коррекцию и создание индексных изображений, улучшает качество получаемых данных, минимизируя влияние помех [1, 4].

Организационные меры требуют государственно-частного партнерства для финансирования систематического мониторинга, как это реализовано в Швеции и Финляндии, где ежегодная съемка территории способствует снижению незаконных рубок. Создание открытых платформ, подобных сервису «ВЕГА-Science», обеспечивает доступ к актуальным данным и инструментам анализа [5].

Методические улучшения включают интеграцию разнородных данных, сочетание оптической и радиолокационной съемки, что позволяет преодолеть проблему облачности. Повышение достоверности результатов достигается за счет полевого подтверждения данных космического мониторинга с использованием авиационных средств, таких как беспилотники, и наземных исследований.

В перспективе развитие сервисов типа «Цифровая Земля», предоставляющих платформы для мониторинга, и внедрение интерферометрических методов, использующих радарные данные (например, TerraSAR-X/TanDEM-X) для оценки высоты леса, позволят более эффективно обнаруживать изменения в структуре лесного покрова, представлены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Примеры технологий для повышения эффективности мониторинга

Технология	Преимущества	Ограничения
Группировки малых спутников	Высокое временное разрешение, низкая стоимость	Среднее пространственное разрешение
Искусственный интеллект (ИИ) и нейросети	Автоматизация, высокая точность нахождение	Требуют обучения
Радиолокационная съемка	Всепогодность, независимость от освещения	Сложность интерпретации данных

Заключение

Космический мониторинг небольших участков леса сталкивается с комплексом проблем, включая технические ограничения, методические испытания и экономические барьеры. Однако развитие технологий съемки (малые спутники), внедрение искусственного интеллекта и улучшение алгоритмов обработки данных предлагают эффективные пути решения этих проблем. Важную роль играют также организационные меры, такие как государственно-частное партнерство и создание открытых архивов данных. Перспективы мониторинга связаны с интеграцией разнородных данных и развитием специализированных сервисов («ВЕГА-Science», «Цифровая Земля»), которые позволят осуществлять оперативный и точный контроль за небольшими участками леса [3].

Список источников

1. Космический мониторинг // Fireman.club : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RsQdL (дата обращения: 28.09.2025).

2. Мониторинг лесных ресурсов // Геопортал ИВМ СО РАН : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RsQfG (дата обращения: 28.09.2025).

3. Маслов А. А. Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы // Лесной бюллетень. 2006. № 31. С. 12–17.

4. Возможности получения объективных количественных дистанционных оценок причиняемого лесам вреда / В. П. Саворский, Р. В. Котельников, С. А. Барталев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14, № 7. С. 136–152.

5. Аэрокосмический мониторинг лесного хозяйства // Совзонд : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RsQhQ (дата обращения: 28.09.2025).

Научная статья
УДК 621.03:004.896

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ С ПЛАНЕТАРНЫМИ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РЕДУКТОРАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР-ПРИЛОЖЕНИЙ

Кирилл Юрьевич Долженков[1], Виктор Григорьевич Межов[2]
[1, 2] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] kirilldolg101@bk.ru
[2] viktor-mezhov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение программы для автоматизированного кинематического расчета цилиндрического редуктора. Описаны ее возможности при проектировании, преимущества для повышения точности, скорости и эффективности расчетов. Отмечается также ее польза в учебной среде.

Ключевые слова: автоматизация расчетов, цилиндрический редуктор, кинематический расчет, проектирование, программное обеспечение

Для цитирования: Долженков К. Ю., Межов В. Г. Цифровое моделирование и автоматизация проектирования приводов с планетарными и цилиндрическими редукторами с использованием САПР-приложений // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 620–624.

Original article

DIGITAL MODELING AND DESIGN AUTOMATION OF DRIVERS WITH PLANETARY AND CYLINDRICAL GEARBOXES USING CAD-APPLICATIONS

Kirill Yu. Dolzhenkov[1], Viktor G. Mezhov[2]
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
[1] kirilldolg101@bk.ru
[2] viktor-mezhov@yandex.ru

Abstract. The article examines the use of a program for automated kinematic calculation of a cylindrical gearbox. Its capabilities in design, as well as its

© Долженков К. Ю., Межов В. Г., 2026

advantages for improving the accuracy, speed, and efficiency of calculations, are described. Its usefulness in an educational setting is also noted.

Keywords: calculation automation, cylindrical gearbox, kinematic calculation, design, software

For citation: Dolzhenkov K. Yu., Mezhov V. G. (2026) Cifrovoe modelirovanie i avtomatizaciya proektirovaniya privodov s planetarny`mi i cilindricheskimi reduktorami s ispol`zovaniem SAPR-prilozhenij [Digital modeling and design automation of drives with planetary and cylindrical gearboxes using CAD-applications]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 620–624. (In Russ).

Современное машиностроение требует применения цифровых технологий для повышения эффективности проектирования сложных механизмов. Приводы с цилиндрическими и планетарными редукторами обладают высокой степенью взаимозависимости элементов, что делает ручные расчеты трудоемкими и подверженными ошибкам. Использование интегрированных САПР-приложений позволяет инженерам создавать цифровые модели редукторов, проводить многовариантный анализ и оптимизацию конструкции без необходимости многократного изготовления прототипов, что сокращает время проектирования и снижает затраты [1].

Цифровое моделирование обеспечивает возможность не только расчета геометрии передач, но и анализа кинематики, динамики и распределения нагрузок в механизме. В САПР можно визуализировать движение элементов и взаимодействие деталей, что помогает выявлять потенциальные проблемные зоны и принимать обоснованные инженерные решения на ранней стадии разработки [2].

Особенно важно применение цифровых инструментов в проектировании планетарных редукторов, где сложность кинематических цепей и высокая взаимозависимость элементов делают традиционные методы расчета малоэффективными. С помощью САПР инженеры могут оценивать влияние различных конструктивных решений на работу системы, прогнозировать распределение крутящего момента и динамическое поведение механизма, а также оптимизировать параметры редуктора для повышения точности и надежности (рис. 1) [2].

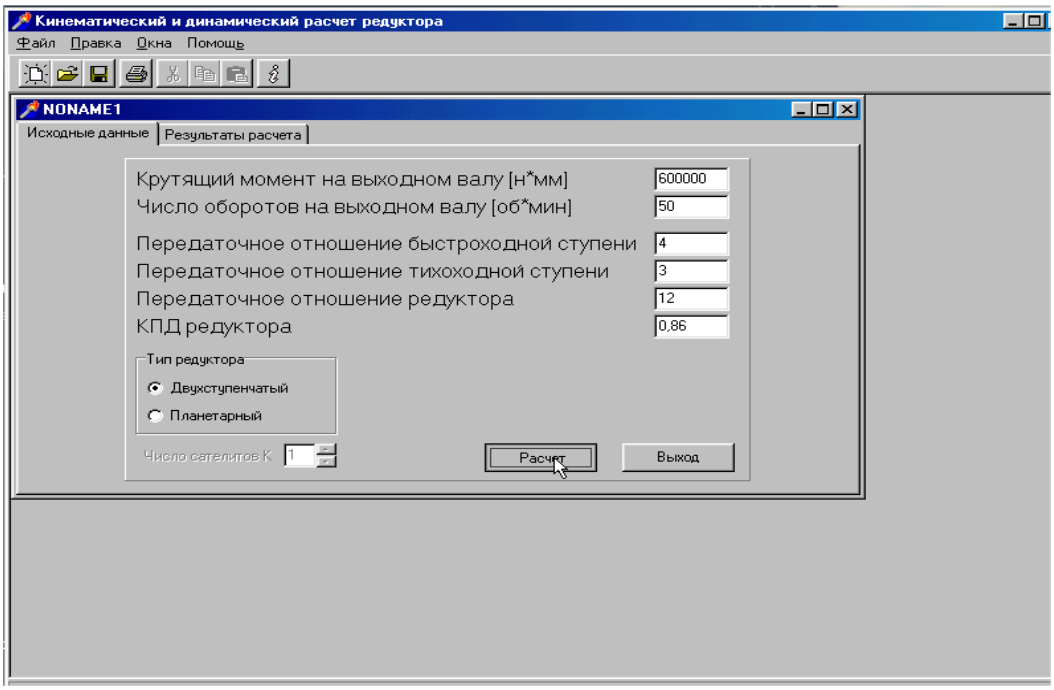


Рис. 1. Окно программы с введенными исходными данными
для расчета редуктора

Исходными данными для расчета в рассматриваемом примере являются крутящий момент на выходном валу, частота вращения выходного вала, передаточные отношения быстроходной и тихоходной ступеней, общее передаточное отношение редуктора, коэффициент полезного действия и тип редуктора – двухступенчатый (рис. 2).

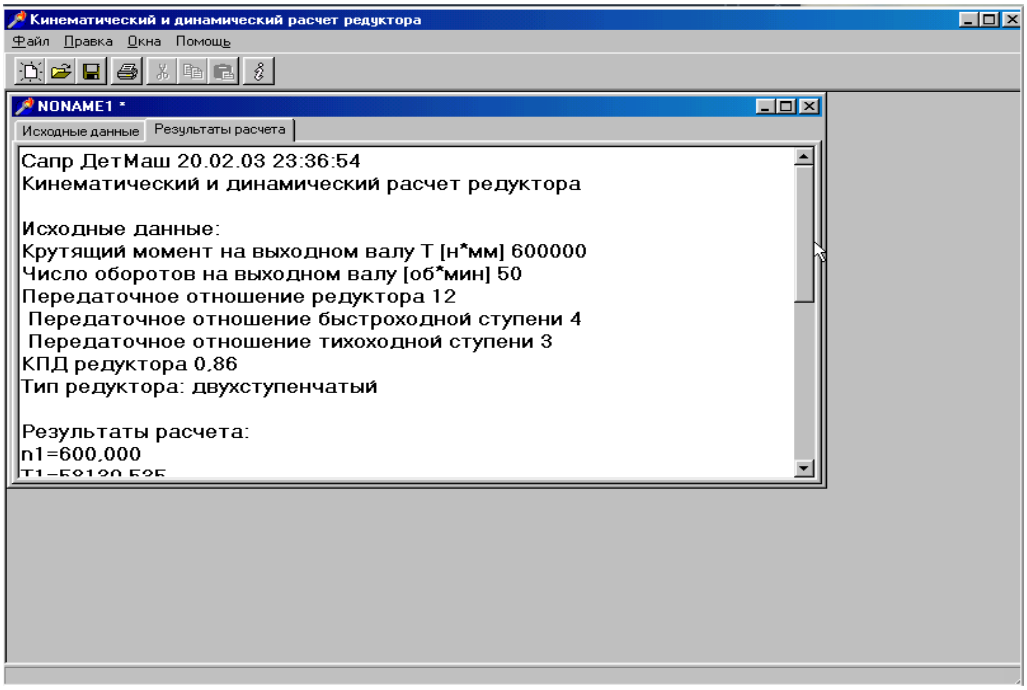


Рис. 2. Результаты кинематического расчета редуктора
в интерфейсе программы

После ввода этих параметров программа автоматически выполняет расчет всех основных характеристик, включая частоты вращения и крутящие моменты на каждом валу, а также промежуточные значения для отдельных ступеней редуктора (рис. 3).

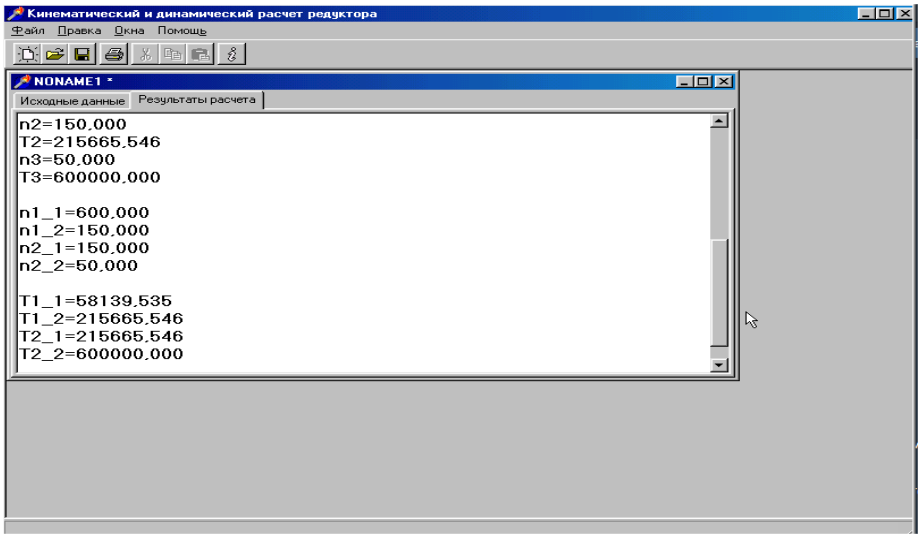


Рис. 3. Результаты кинематического расчета редуктора
в интерфейсе программы

Программа предоставляет результаты расчетов в упорядоченном и наглядном формате, что облегчает их восприятие и анализ. Пользователь получает полный комплект данных, включающий исходные параметры и вычисленные характеристики, с возможностью мгновенного формирования печатного отчета прямо из интерфейса приложения. Такая возможность значительно упрощает подготовку технической документации и делает программный инструмент особенно удобным для применения в конструкторских и технологических подразделениях предприятия (рис. 4).

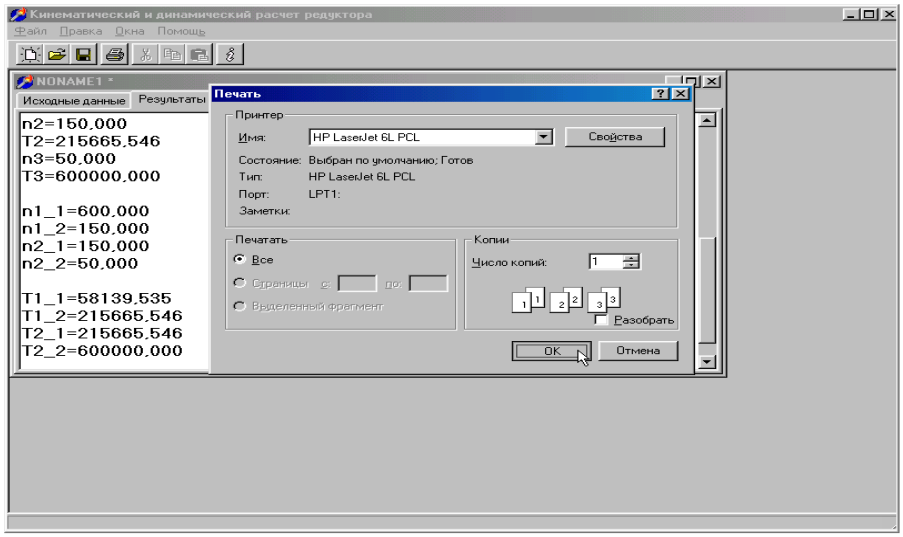


Рис. 4. Сформированный отчет по расчету редуктора,
подготовленный к печати

Применение специализированного программного обеспечения позволяет быстро обработать множество вариантов конструкции и выбрать оптимальный по совокупности показателей, что существенно ускоряет проектирование, повышает точность расчетов и снижает вероятность ошибок. Автоматизация вычислительных процедур способствует стандартизации проектного процесса и обеспечивает единообразие подходов при разработке редукторов различных типоразмеров. Кроме того, программа обладает высокой образовательной ценностью: она позволяет студентам осваивать методы расчета реальных механических систем, наблюдать взаимосвязь параметров и анализировать результаты, делая процесс обучения наглядным, практико-ориентированным и приближенным к условиям реального инженерного проектирования [3].

Таким образом, использование интегрированных САПР-приложений при проектировании приводов с планетарными и цилиндрическими редукторами обеспечивает повышение точности и надежности конструкций, сокращает сроки проектирования, снижает трудозатраты, а также расширяет возможности анализа и визуализации механизмов. Цифровое моделирование объединяет расчет, визуализацию и документацию, создавая единое пространство для инженерного проектирования и образовательной работы [3].

Список источников

1. Агапов В. П. Проектирование и расчет редукторов : учебное пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2019. 256 с.

2. Соколов П. В. Современные программные средства для инженерных расчетов: обзор и применение. М. : Техносфера, 2022. 198 с.

3. Киселев С. А. Компьютерные технологии в машиностроении: основы автоматизированного проектирования. СПб. : Питер, 2020. 312 с.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

ТЕХНОЛОГИИ RFID ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСА: АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ПО ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ

Михаил Михайлович Донских[1], Сергей Петрович Санников[2], Валерий Викторович Шипилов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] nwdzi@vk.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе представлен анализ источников электропитания измерительных датчиков параметров древостоев и лесной среды на основе технологии RFID. Проведен анализ лабораторных исследований источников электропитания, результаты представлены в удобной форме в виде таблиц. Предложены возможные перспективные источники электропитания датчиков в лесу.

Ключевые слова: лес, RFID, мониторинг, электропитание, проблемы

Для цитирования: Донских М. М., Санников С. П., Шипилов В. В. Технологии RFID для мониторинга леса: анализ решений по электропитанию // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 625–628.

Original article

RFID TECHNOLOGIES FOR FOREST MONITORING: ANALYSIS OF POWER SUPPLY SOLUTIONS

Mikhail M. Donskikh[1], Sergey P. Sannikov[2], Valery V. Shipilov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] nwdzi@vk.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Abstract. The paper presents an analysis of the power sources of measuring sensors for the parameters of forest stands and the forest environment based

© Донских М. М., Санников С. П., Шипилов В. В., 2026

on RFID technology. Laboratory researches of power supply sources have been conducted, the results are presented in a convenient form of the tables. Possible promising sources of power supply for sensors in the forest are proposed.

Keywords: forest, RFID, monitoring, power supply, problems

For citation: Donskikh M. M., Sannikov S. P., Shipilov V. V. (2026) Texnologii RFID dlya monitoringa lesa: analiz reshenij po e`lektropitaniyu [RFID technologies for forest monitoring: analysis of power supply solutions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 625–628. (In Russ).

Лесное хозяйство в России сталкивается с серьезными проблемами, такими как незаконные вырубки и лесные пожары, которые наносят значительный ущерб. Оперативный и эффективный мониторинг лесных ресурсов является ключевым фактором для устойчивого управления и предотвращения ущерба. Решение перечисленных проблем предложено в работе В. Е. Петряева. Он с группой соавторов предложил использовать RFID-технологии для мониторинга незаконных вырубок леса [1, 2]. Для мониторинга лесной среды, древостоев, лесоматериалов необходимы измерительные датчики. Их можно построить на базе активных RFID устройствах (метках), которые требуют автономное электропитание.

С автономными источниками электропитания RFID-устройств в лесу возникает ряд проблем, которые мы собираемся решить, предложив свои решения. Для этого в работе поставлена **цель** по исследованию вариантов электропитания RFID-устройств в лесу.

Для успешного решения поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследования**:

– изучить основные источники автономного электропитания датчиков;

– провести анализ существующих источников и перспективных малой мощности;

– предложить возможные пути решения выявленных проблем.

Материалы и методы средств исследования

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов по технологии авиационного мониторинга лесов. В работе применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Обсуждение результатов исследования

Технология радиочастотной идентификации (RFID) представляет собой перспективное решение для автоматизации процессов сбора и обработки данных в лесном хозяйстве [3]. Ключевым элементом RFID-систем в лесу является электропитание датчиков. Пассивные метки питаются от считывателя, активные требуют автономности, а системы учета техники –

бесперебойности. Важные требования к источникам питания: долговечность, надежность в различных условиях, энергоэффективность, компактность, экологичность и приемлемая стоимость.

Тестирование энергопотребления активных RFID-меток в лабораторных условиях провели ученые во главе с В. Д. Фамом [4]. В работе представлен лабораторный стенд и его описание, который показан на рисунке.

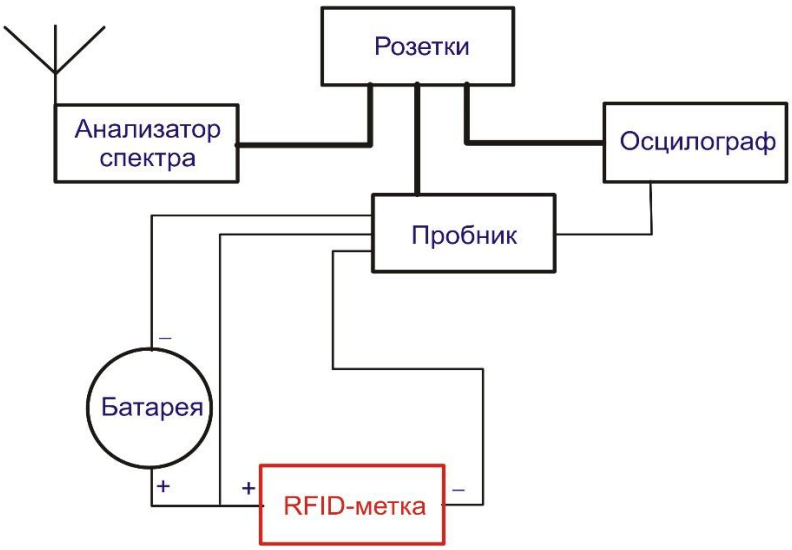


Схема лабораторного стенда

Традиционно мощность батареи измеряется в «мАч» (миллиампер-час). Можно вычислить время жизни батареи по значению тока, который требуется для RFID-меткой, как в режиме передачи данных, так и в режиме ожидания, т. е. без подключения к считывателю.

Анализ параметров проведен с батареями общего применения, с такими как литиевые, щелочные и пр. В качестве альтернативных источников энергии можно использовать солнечные панели, термоэлектрический генератор (ТЭГ), пьезогенераторы и пр. Батареи доступны и стабильны, но ограничены сроком службы и требуют утилизации. Альтернативные источники экологичны и долговечны, но зависят от условий окружающей среды и сложны в реализации. Результаты анализа сравнительной оценки различных решений для питания RFID-датчиков по основным критериям с оценкой от 1 до 5, где 5 – высокая оценка, представлены в таблице.

Каждое решение имеет свои ограничения: для батарей – это срок службы и утилизация; для солнечных панелей – зависимость от света и вандализм; для ТЭГ – низкая эффективность; для пьезогенераторов – нестабильность; для радиочастотного сбора энергии – низкая плотность энергии. Универсального решения нет, выбор зависит от конкретных условий. Для пассивных меток важна дальность считывателя, для активных – литиевые батареи (с учетом экологии), а альтернативные источники требуют аккумуляторов.

Сравнительная оценка источников питания RFID-датчиков

Критерий	Литие-вые батареи	Щелоч-ные батареи	Солнеч-ные панели	Термо-электриче-ские генераторы	Пьезо-элек-трические генераторы	Радио-частот-ный сбор энергии
Эффектив-ность	4	3	4	2	2	1
Надежность	4	3	3	4	3	2
Стоимость	3	2	3	4	3	5
Экологич-ность	2	2	4	4	4	4
Соответ-ствие требованиям	4	3	4	3	2	1

Перспективные направления – это разработка энергоэффективных автономных источников электропитания, использование тонкопленочных батарей, создание гибридных систем, полевые испытания и разработка методов утилизации. Дальнейшие исследования позволят создать эффективные системы мониторинга леса.

Заключение

В результате анализа источников питания RFID-устройств для мониторинга древостоев в лесной среде можно рекомендовать твердотельные, тонкопленочные. Конкретно для решения различных задач мониторинга могут быть использованы батареи, которые могут хранить свою емкость заряда более 20 лет.

Список источников

1. Петряев В. Е., Герц Э. Ф., Перепечина Т. А. Мониторинг леса для борьбы с незаконной вырубкой с помощью RFID технологий // Научные исследования и разработки молодых ученых. 2016. № 9–1. С. 144–147.

2. Обзор технологий и стандартов RFID систем / Н. А. Верзун, Д. М. Воробьева, А. М. Колбанев, М. О. Колбанев // Информационные технологии и телекоммуникации. 2018. Т. 6, № 1. С. 1–11.

3. Метод радиочастотного мониторинга лесного фонда / С. П. Санников, В. В. Побединский, И. В. Бородулин, А. А. Побединский // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2017. Т. 21, № 2. С. 45–54.

4. Тестирование энергопотребления активных RFID меток в лабораторных условиях / В. Д. Фам, Д. В. Данилин, Р. В. Киричек, Л. М. Семаков // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8, № 1. С. 42–54.

Научная статья
УДК 630*96

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ КАК ОБЪЕКТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Давид Денисович Жернаков[1], Анастасия Юрьевна Чевардина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] davidzhernakov@gmail.com
[2] chevardinaayu@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые особенности лесохозяйственных и лесозаготовительных операций как объектов моделирования, подчеркивается важность учета стохастичности и потоков древесного сырья, а также демонстрируются современные подходы и инструменты для создания эффективных гибридных моделей и цифровых двойников.

Ключевые слова: моделирование лесных операций, лесозаготовительные технологии, лесохозяйственные процессы, цифровой двойник

Для цитирования: Жернаков Д. Д., Чевардина А. Ю. Особенности лесозаготовительных и лесохозяйственных операций как объектов моделирования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 629–632.

Original article

FEATURES OF LOGGING AND FORESTRY OPERATIONS AS MODELING OBJECTS

David D. Zhernakov[1], Anastasia Yu. Chevardina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] davidzhernakov@gmail.com
[2] chevardinaayu@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the key features of forestry and logging operations as modeling objects, emphasizes the importance of accounting for stochasticity and wood raw material flows, and demonstrates modern approaches and tools for creating effective hybrid models and digital twins.

© Жернаков Д. Д., Чевардина А. Ю., 2026

Keywords: forestry operations modeling, logging technologies, forestry processes, digital twin

For citation: Zhernakov D. D., Chevardina A. Yu. (2026) Osobennosti lesozagotovitel`ny`x i lesoxozyajstvenny`x operacij kak ob``ektov modelirovaniya [Features of logging and forestry operations as modeling objects]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 629–632. (In Russ).

Современное лесное хозяйство и лесозаготовительная промышленность характеризуются высокой сложностью управления, обусловленной пространственно-временной неоднородностью лесных экосистем и влиянием многочисленных случайных факторов. Эффективное управление лесными ресурсами в таких условиях требует перехода от реактивных к предиктивным методам, основанным на комплексном моделировании. Актуальность данной работы определяется необходимостью разработки и применения адекватных моделей, способных учитывать уникальные особенности лесных операций для поддержки принятия стратегических и тактических решений, обеспечивающих как экономическую эффективность, так и принципы устойчивого лесопользования [1, 2].

Специфика моделирования в лесном хозяйстве и лесозаготовках вытекает из природы самих объектов. Основные особенности систематизированы в таблице.

Характеристики объектов моделирования в лесном секторе

Особенность	Факторы влияния	Пример практического применения
Пространственно-временная неоднородность	1. Долгосрочный горизонт роста древостоя 2. Изменения размерно-качественных характеристик древостоя с течением времени. 3. Воздействие климатических условий 4. Условия местности	1. Использование прогнозных моделей роста древостоя для планирования рубок ухода и лесовосстановления 2. Оптимизация процесса построения маршрутов трелевки и планирования лесных дорог с учетом рельефа и типов почв
Технологическая стохастичность	1. Неоднородность сырья (размеры, форма деревьев) 2. Зависимость от погодных условий 3. Сезонность проведения лесозаготовительных работ	Учет переменной производительности оборудования, например, харвестера, время работы которого на одном дереве зависит от его диаметра, сбега и породы

Окончание таблицы

Особенность	Факторы влияния	Пример практического применения
Мультимасштабность процессов	Необходимость одновременного учета уровней от стратегического планирования на уровне лесного фонда до оперативных задач на уровне отдельной машины или дерева	Применение системной динамики для долгосрочного балансирования возрастной структуры лесов и использование детализированных инженерных моделей для анализа процессов на уровне оборудования

Подход к моделированию существенно различается в зависимости от решаемых задач: будь то оптимизация технологических цепочек лесозаготовок или прогнозирование динамики экосистем.

В области лесозаготовок ключевой акцент делается на логистику и эффективность использования ресурсов. Наиболее популярным инструментом для этих целей является дискретно-событийное моделирование, которое позволяет анализировать системы с очередями и ограниченными ресурсами. С его помощью решаются задачи по минимизации простоев техники, анализу узких мест в логистической цепи вывозки древесины и оптимизации работы лесопогрузочных пунктов [1–3]. Фактически создаваемая модель становится цифровым двойником лесозаготовительного комплекса, на котором можно тестировать различные сценарии работы, оценивая последствия изменения парка машин или возникновения внештатных ситуаций [4].

Для моделирования лесохозяйственных операций, где ключевую роль играют сложные взаимодействия в экосистеме, активно используют агентные модели. В таких моделях каждый самостоятельный элемент системы (агент), будь то участок леса или популяция вредителя, обладает своими свойствами и поведением. Этот подход успешно используется для прогнозирования распространения лесных пожаров, моделирования динамики численности насекомых-вредителей, для планирования санитарных мероприятий, а также для оценки долгосрочной эффективности различных стратегий лесовосстановления [5]. Существуют специализированные программные платформы, позволяющие строить сценарии развития лесных территорий на столетия вперед с учетом климатических изменений и хозяйственной деятельности.

Заключение

Компьютерное моделирование является эффективным инструментом, позволяющим увеличить возможности научных исследований и найти эффективное решение задач производства. Современное моделирование лесопромышленных операций основывается на гибридных подходах, объединяющих методы дискретно-событийного и агентного моделирования.

Фундаментальным требованием к данным системам является учет пространственно-временной неоднородности объектов моделирования, а также мультимасштабность и стохастическая природа настоящих процессов. Популярной тенденцией становится создание комплексных цифровых двойников лесных экосистем и предприятий. Такие виртуальные копии, аккумулирующие в реальном времени биологические, технологические и экономические параметры, позволяют не только анализировать текущее состояние, но и предсказывать последствия управленческих решений, выбирая оптимальный путь для устойчивого и рентабельного ведения лесного хозяйства.

Список источников

1. Виртуальная лесосека для имитационного моделирования / В. В. Побединский, Н. Н. Теринов, Э. Ф. Герц, А. В. Мехренцев // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 374−380.

2. Григорьев И. В. Моделирование и оптимизация лесозаготовительных производств. М. : Лесная промышленность, 2010. 320 с.

3. Медведев С. О. Применение агентного моделирования в лесной экологии // Лесной вестник. 2018. Т. 22, № 4. С. 45–52.

4. Чубинский В. В. Системная динамика в управлении природными ресурсами. СПб. : Лань, 2015. 288 с.

5. Шутов И. В., Катаев О. А. Цифровые двойники в лесном комплексе: концепция и перспективы // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 3. С. 112–125.

Научная статья
УДК 62-752

УСТРОЙСТВО КОМБИНИРОВАННЫХ ДОРОЖНЫХ МАШИН

Евгений Владимирович Жиляков[1], Сергей Николаевич Исаков[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] nastenka_sent@mail.ru
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлена классификация комбинированных дорожных машин и общая компоновка бункера для соляно-песчаной смеси. Приведен чертеж и некоторые этапы проектирования бункера и пескоразбрасывателя.

Ключевые слова: комбинированная дорожная машина (КДМ), отвал, компоновка машины

Для цитирования: Жиляков Е. В., Исаков С. Н. Устройство комбинированных дорожных машин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 633–637.

Original article

DEVICE OF COMBINED ROAD MACHINES

Evgeny V. Zhilyakov[1], Sergey N. Isakov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] nastenka_sent@mail.ru
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. The classification of combined road machines and the general layout of a hopper for salt-sand mixture are presented. A drawing and some stages of designing a hopper and a sand spreader are given.

Keywords: combined road machine (CRM), blade, machine layout

For citation: Zhilyakov E. V., Isakov S. N. (2026) Ustrojstvo kombinirovanny`x dorozhny`x mashin [Device of combined road machines]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 633–637. (In Russ).

© Жиляков Е. В., Исаков С. Н., 2026

Большое количество дорог и необходимых работ на них определяет большое разнообразие дорожных маши. Классификация дорожно-строительных машин представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация дорожно-строительных машин

Машины для содержания автомобильных дорог, в свою очередь, подразделяются на снегоуборочные машины, комбинированные дорожные машины и подметально-уборочные машины.

Комбинированные дорожные машины (КДМ) могут имеет различные схемы плужных снегоростителей (рис. 2): одноотвальные *A*, двухотвальные *B*, одноотвальные с боковым крылом *C* и двухотвальные с боковым крылом *D* [1].

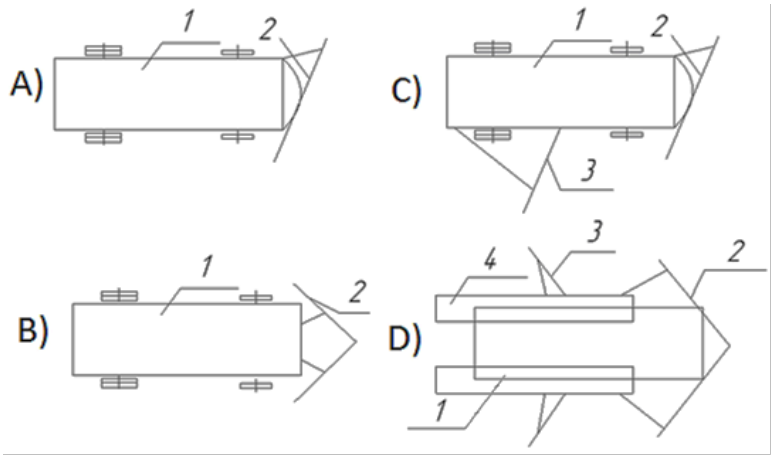


Рис. 2. Схемы плужных снегоочистителей:
1 – шасси; *2* – передний отвал; *3* – крыло; *4* – трактор

Вместе с отвалом *1* на шасси автомашины *2* установлены пескооразбрасыватель *3* с бункером *4* для пескосолевой смеси (рис. 3).

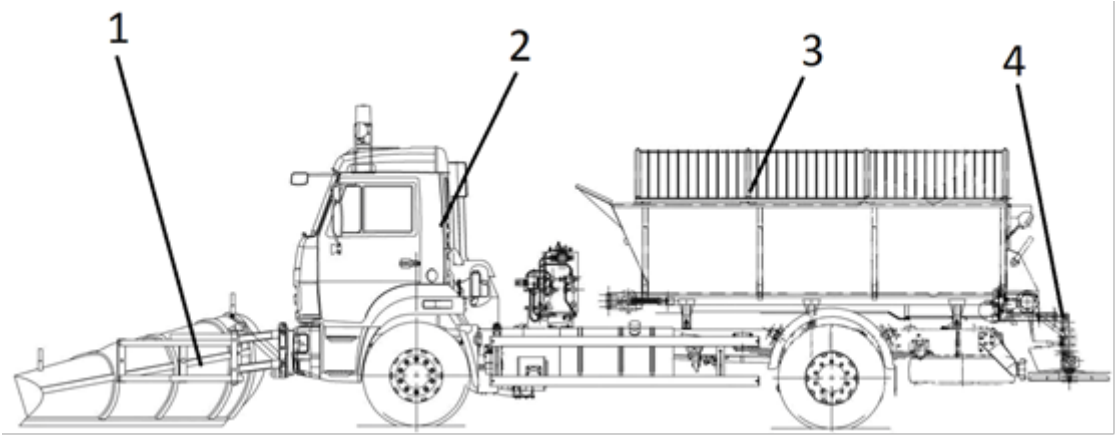


Рис. 3. КДМ:
1 – отвал; *2* – шасси а/м Камаз; *3* – бункер; *4* – пескоразбрасыватель

Для проектирования частей КДМ проведены ряд работ, например, расчет отвала и демпфирующих устройств [2], элементов привода пескоразбрасывателя, подающего конвейера и др. [3].

Также был проведен расчет элементов конвейера пескоразбрасывателя на действующий нагрузки. Например, рассчитан приводной вал на жесткость и прочность (от крутящего момента и усилия натяжения ленты). Эпюра моментов, действующих на вал, представлена на рис. 4. Материал для вала – сталь 45 с термообработкой М35.

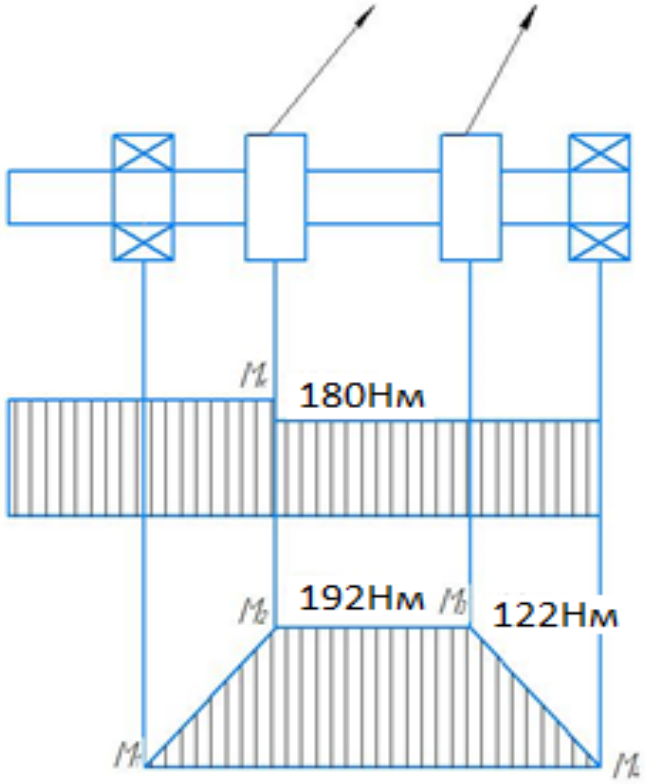


Рис. 4. Расчетная схемы вала и эпюры моментов

Расчетные запаси прочности – в пределах 2,9…6,57.

Рассчитана пружина, требуемая для создающее натяжение. Высота пружины – 330 мм, ее диаметр – 65 мм, диаметр прутка – 13 мм, количество витков – 15.

Также для вала разработана технологическая карта для его изготовления из прутка 70 мм. Эскиз с указание обрабатываемых поверхностей представлен на рис. 5. Расчетное время изготовления – 47 мин.

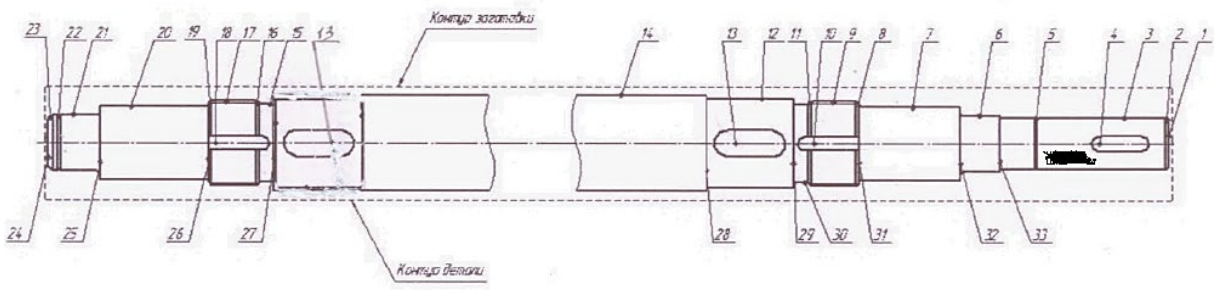


Рис. 5. Эскиз с указание обрабатываемых поверхностей

В результате проведенной работы был спроектирован бункер для пескосолевой смеси с приводами конвейера и пескоразбрасывателя. Сделаны сборочные чертежи (рис. 6, 7) и деталировки.

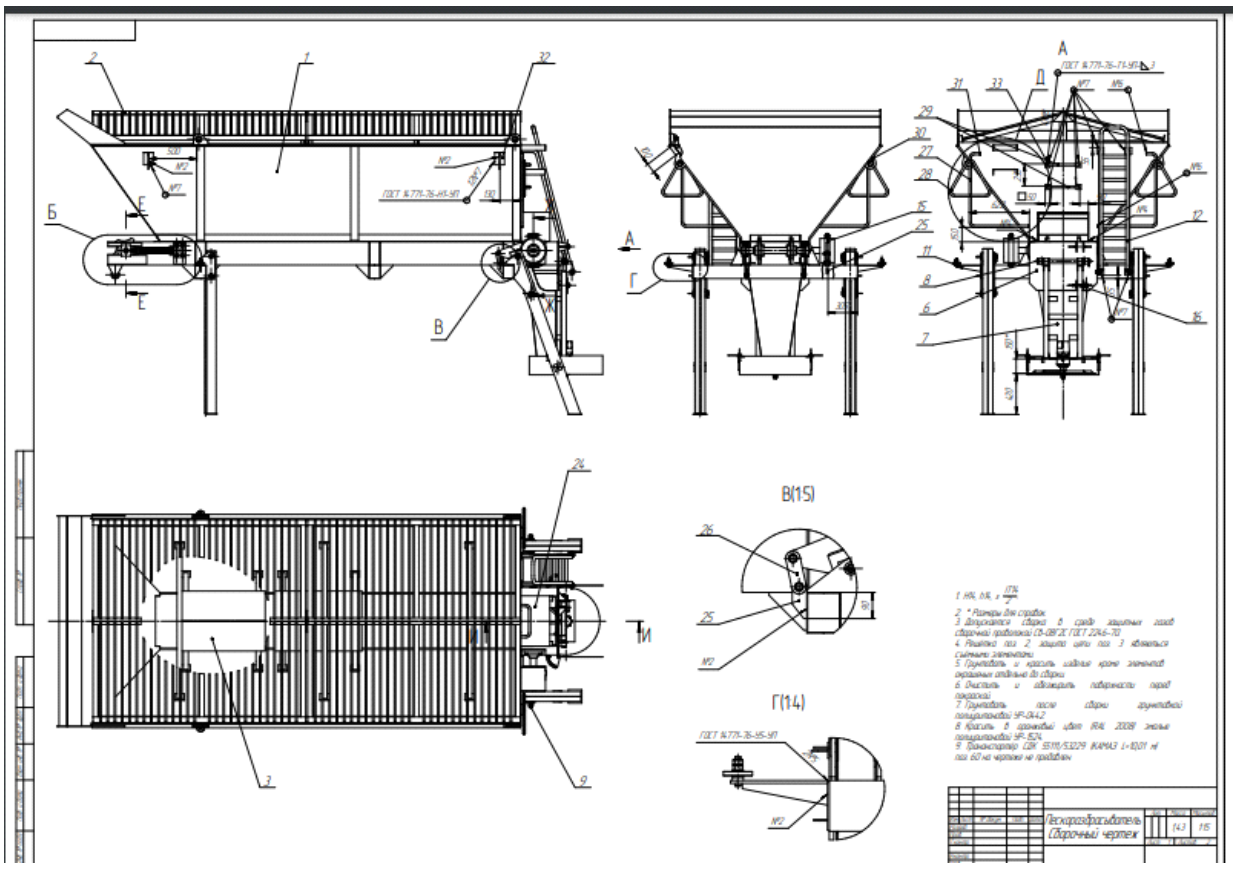


Рис. 6. Сборочный чертеж бункера с пескоразбрасывателем

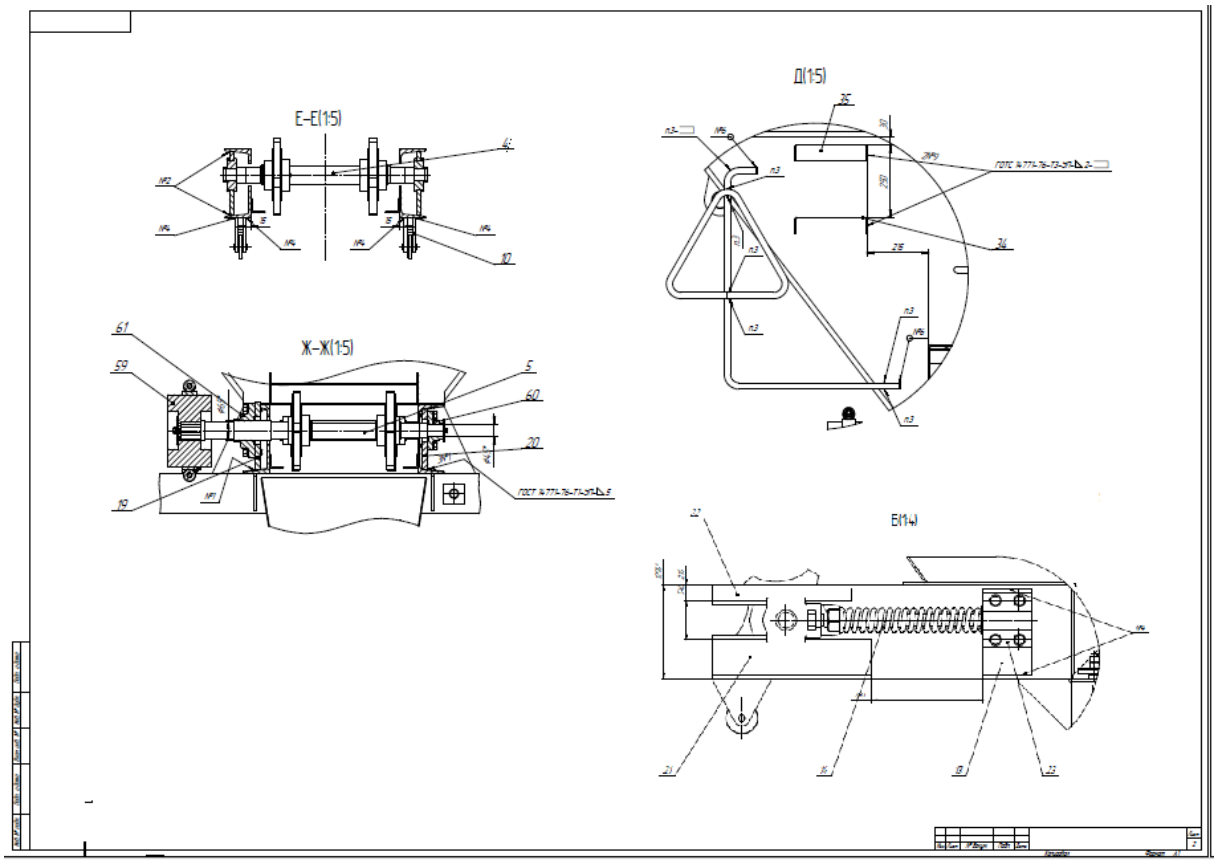


Рис. 7. Сборочный чертеж бункера с пескоразбрасывателем

В результате проведенной работы был спроектирован бункер для пескосолевой смеси с приводами конвейера и пескоразбрасывателя. Сделаны сборочные чертежи (см. рис. 6, 7) и деталировки.

Список источников

1. Дорожные машины / сост. А. В. Вихарев. Владимир, 2018. 84 с.

2. Федоров И. О., Исаков С. Н. Моделирование деформации демпфера удара // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 1–14 апреля 2024 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 817–821.

3. Довгяло В. А., Пупачев Д. С. Дорожные машины. Гомель : БелГУТ, 2021. 78 с.

Научная статья
УДК 681.523

ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ «ЦЕЛЬ – СРЕДСТВА» ДЛЯ АНАЛИЗА ПАТЕНТОВ НА ГИДРОЦИЛИНДРЫ

Исмоил Илхомович Ибрагимов[1], Сергей Николаевич Исаков[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ismoilidragimov111@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье сделан анализ патентов гидравлических цилиндров, определены цели создания новых конструкций и средства достижения технического результата.

Ключевые слова: гидравлический цилиндр, конструкция гидроцилиндров, технические характеристики гидроцилиндров

Для цитирования: Ибрагимов И. И., Исаков С. Н. Построение матрицы «цель – средства» для анализа патентов на гидроцилиндры // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С.638–640.

Original article

CONSTRUCT A “GOAL – MEANS” MATRIX FOR ANALYZING HYDRAULIC CYLINDER PATENTS

Ismoil I. Ibragimov[1], Sergey N. Isakov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ismoilidragimov111@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. The article analyzes hydraulic cylinder patents, identifies the goals of creating new designs, and identifies the means of achieving technical results.

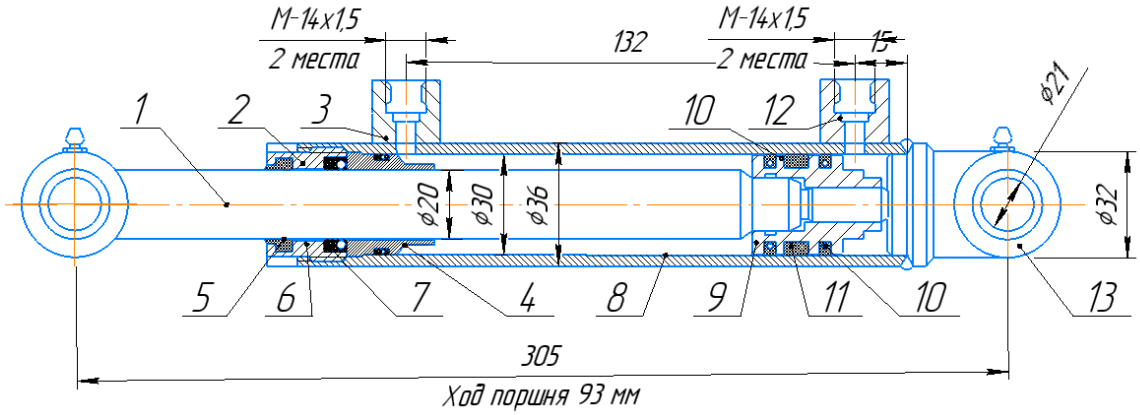
Keywords: hydraulic cylinder, hydraulic cylinder construction, hydraulic cylinder technical characteristics

For citation: Ibragimov I. I., Isakov S. N. (2026) Postroenie matricy “cel`-sredstva” dlya analiza patentov na gidrocilindry [Construct a “goal – means” matrix for analyzing hydraulic cylinder patents.]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi –

© Ибрагимов И. И., Исаков С. Н., 2026

lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 638–640. (In Russ).

Исполнительным механизмом силовых гидравлических систем часто выбираются гидравлические цилиндры. Для примера рассмотрим чертеж гидроцилиндра марки ЦГ [1, 2], который представлен на рисунке. Подвижное звено – шток *1*, который удерживается в корпусе *8* гайкой *2*. Центровка осуществляется с помощью втулки *4*. Жидкость подается через штуцеры *3* и *12*. Для предотвращения затягивания «уличной» грязи в цилиндр при втягивании штока установлено грязесъемное кольцо *5*, а для уплотнения данного подвижного соединения используется манжета *7*. Элемент, воспринимающий давление жидкости и двигающий шток, – это поршень *9*, который также уплотнен двумя манжетами *10* для избежания перетока жидкости внутри цилиндра. Опорное кольцо (направляющее) *11* не дает поршню перекашиваться в корпусе. Крепление корпуса и штока осуществляется через проушины *13*.



Чертеж гидроцилиндра: *1* – шток; *2* – гайка; *3*, *12* – штуцер; *4* – втулка; *5* – грязесъемник; *6* – гайка; *7*, *10* – манжета; *8* – корпус гидроцилиндра; *9* – поршень; *11* – кольцо; *13* – проушина

Чтобы выпускать конкурентоспособную продукцию, требуется правильно определить дальнейшее направление развития, спрогнозировать, какая будет конструкция через какое-то время, так как процесс от выдачи технического задания, опытной партии и серийного производства может занять несколько лет, а может и больше с учетом возможных сертификаций. Так что, если неправильно спрогнозировать узел (машину, агрегат), конструкция будет морально и технически устаревшей. Работа будет сделана в пустую.

Рассмотрено 39 патентов. Построена матрица «цель – средства» и представлена в таблице.

Матрица «цель – средства» патентов гидроцилиндров

	Цели					
Средства	–	Упрощение изготовления или конструкции	Увеличение надежности или долговечности	Уменьшение габаритов	Сокращение времени тепловой подготовки и экономия тепла	Увеличение скорости работы или нагрузки
	Изменение конструкции	209062 1546734	2353828 191263 2447328 54115 2602024 170753 69582 114350 2331810 2164628 2447327 2168659 2200880 2278304 2596679 2 187 722 216 641 2 442 028 2 118 721	2219381	2555095 2559079 2351810	141989 232189 2140584 2169863 2334133 34740
		2219381 2140584 2272940				

Анализ показал, что изобретения связаны с изменением конструкции. Цели модернизации распределились следующим образом:

– 53 % – увеличение надежности или ресурса;

– 15 % – увеличение скорости работы или нагрузки;

– 12 % – применения самоторможения;

– 12 % – упрощение конструкции или изготовления;

– менее 10 % – уменьшения габаритов, сокращение тепловой подготовки и экономии тепла.

Список источников

1. Малых А. С., Исаков С. Н., Сиваков В. П. Классификация и расчет уплотнений в гидроцилиндрах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 764–767.

2. Гидроцилиндры / Д. Ю. Воронов, В. В. Волосков, А. О. Драчев, О. В. Бойченко. Тольятти : ТГУ, 2011. 72 с.

Научная статья
УДК 658.581

АНАЛИЗ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Михаил Валерьевич Кокин[1], Самвел Араратович Нурджанян[2], Сергей Николаевич Исаков[3], Валерий Павлович Сиваков[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1, 2] djumbus33@mail.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] sivakovvp@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье описаны системы технического обслуживания и ремонтов. Представлены «плюсы» и «минусы» этих систем.

Ключевые слова: ТОиР, ремонты, поломки, аварии, эксплуатация

Для цитирования: Анализ систем технического обслуживания и ремонта / М. В. Кокин, С. А. Нурджанян, С. Н. Исаков, В. П. Сиваков // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 641−645.

Original article

ANALYSIS OF MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEMS

Mikhail V. Kokin[1], Samvel A. Nurdzhanyan[2], Sergey N. Isakov[3], Valery P. Sivakov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1, 2] djumbus33@mail.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] sivakovvp@m.usfeu.ru

Abstract. This article describes maintenance and repair systems and presents the pros and cons of these systems.

Keywords: maintenance and repairs, repairs, breakdowns, accidents, operation

For citation: Analiz sistem texnicheskogo obsluzhivaniya i remonta [Analysis of maintenance and repair systems] (2026) M. V. Kokin, S. A. Nurdzhanyan, S. N. Isakov, V. P. Sivakov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 641–645. (In Russ).

© Кокин М. В., Нурджанян С. А., Исаков С. Н., Сиваков В. П., 2026

В современном мире множество механизмов, станков, технологического оборудования и т. д. Все это требует различного обслуживания и ремонта. Причем, в зависимости от стоимости, потенциальной опасности и др., выбирают различные виды системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования, которые представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Системы ТОИР

Модели	Характер осуществляемых мероприятий	
	Реактивные	Превентивные
Стохастическая модель	I. Эксплуатация до отказа (послеаварийные ремонты)	II. Планово-предупредительные ремонты (ППР)
Детерминированная модель	III. Эксплуатация по фактическому техническому состоянию	IV. Проактивная система ТОиР

Все модели ТОиР разделяются на стохастические и детерминированные.

Стохастические (эксплуатация до отказа и планово-предупредительные ремонты) – это модели, в которых учитываются случайные факторы с описанием вероятностных характеристик тех или иных ситуаций (поломок, отказов и т. д). Модели могут быть непрерывные или дискретные.

Детерминированные (эксплуатация по фактическому техническому состоянию и проактивная система ТОиР) – это модели с математической и логической структурой с использованием строгих и однозначных зависимостей между параметрами и переменными. Они могут быть линейными или не линейными; статическими (не зависящих от времени) и динамическими (переменных по времени); с обратной связью и без нее.

По характеру осуществляемых мероприятий подразделяются на реактивные и превентивные.

Реактивные (эксплуатация до отказа и эксплуатация по фактическому техническому состоянию) воздействия.

Превентивные (планово-предупредительные ремонты и проактивная система) воздействия – это предупреждающие, предохранительные мероприятия (воздействия) на оборудование и с ним.

Рассмотрим более подробно [2] и «плюсы» и «минусы» этих систем.

I. Эксплуатация до отказа или послеаварийный ремонт. Характеризуется увеличением частоты отказов при увеличении интенсивности эксплуатации. Данный подход будет приниматься на небольших предприятиях с однотипным оборудованием и низкой стоимостью запасных частей. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 2.

Таблица 2

«Плюсы» и «минусы» использования системы послеаварийного ремонта

«Плюсы»	«Минусы»
– не проводится плановые ремонты и обслуживания, оборудование планово не останавливается; – нет затрат на сбор данных обслуживаемого оборудования	– оборудование вырабатывает ресурс полностью; – отказы непредсказуемы; – сложно планировать затраты на ремонт, т. к. ремонт оборудования внеплановый; – увеличение количества запасных частей или резервного оборудования; – невозможность оценки причин выхода оборудования из строя; – большие стоимость и время ликвидации последствий аварий, например, заклинивший подшипник проворачивается на валу и (или) в корпусе или срезается цапфа и т. д.

II. Планово-предупредительные ремонты (ППР) – техническое обслуживание и ремонт, через заранее определенные интервалы времени (расстояние, продукции и т. д.). Периодичность определяется заводом изготовителем и (или) статистическими данными, полученными в процессе эксплуатации, а также расчетами по требуемой надежности оборудования (узла, станка и др.). «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 3.

Таблица 3

«Плюсы» и «минусы» использования системы ППР

«Плюсы»	«Минусы»
– наилучшие условия для планирования ТОиР (заранее известно время проведения ремонта перечня запчастей и т. д.); – сокращает количество аварийных простоев оборудования; – ремонт нескольких узлов за один раз; – планирование расходов на ремонт	– недоиспользование ресурса оборудования; – не исключены аварийные отказы; – из-за частых остановов на плановые ремонты увеличиваются простои оборудования

III. Эксплуатация по фактическому техническому состоянию – решение о проведении ремонта и его объеме принимаются на основании диагностики оборудования. Выбираются диагностические признаки и дается количественная оценка того или иного параметра. Численное значение сравнивается с нормативом из ГОСТ, справочников или рекомендаций завода-изготовителя. По периодическим замерам можно также спрогнозировать, зная скорость роста значения параметра, когда параметр выйдет за нормативные значения [3–5]. Период замеров будет определяться скоростью развития критических дефектов: быстро развиваемый (трещина или потеря устойчивости) или медленно развивающийся (износ, коррозия). Данный

подход требует значительных затрат времени на интерпретацию результатов диагностики, дорогостоящего диагностического оборудования и высокого уровня квалификации персонала, а значит дополнительные затраты на его обучение. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 4.

Таблица 4

«Плюсы» и «минусы» использования системы эксплуатации по фактическому техническому состоянию

«Плюсы»	«Минусы»
– близкое к полному использованию ресурса оборудования; – минимизация вероятности аварийных отказов; – позволяет оптимизировать расходы на ремонт по сравнению с планово-предупредительным обслуживанием	– низкая эффективность при долгосрочном планировании запасных частей; – высокие требования к квалификации персонала; – необходимо современное измерительное оборудование или системы самодиагностики оборудования; – невозможность долгосрочного планирования

IV. Проактивная: активное упреждающее воздействие на оборудование.

Определяются необходимые ремонтные воздействия (центровка муфты) или техническое обслуживание (замена масла или фильтров) для снижения скорости развития неисправности (дефекта). Основанием для обслуживания узла является определение в нем катастрофического износа, а основанием для ремонта – ухудшение состояния одного узла, который приведет к повышенному износу смежного узла. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 5.

Таблица 5

«Плюсы» и «минусы» использования проактивной системы обслуживания

«Плюсы»	«Минусы»
– минимизация вероятности аварийных отказов; – увеличение срока службы оборудования; – рациональный выбор времени, видов и объемов ТОиР; – снижает скорость развития критических неисправностей; – позволяет перейти к ремонту оборудования непосредственно перед его отказом	– высокие требования к квалификации персонала; – значительные объемы информации для аналитического анализа; – требует огромных затрат на организацию

Рассмотренные системы ТОиР применяются исходя из типа оборудования, уровня оснащенности и плюсов и минусов, описанных выше. Но любой подход не может исключить поломок оборудования из-за человеческого фактора.

Список источников

1. Родионов А. П., Родионова А. Л., Попов А. Л. Анализ надежности нефтепромыслового насосного оборудования // Наукосфера. 2025. № 3–1. С. 199–204.

2. Дрыгин М. Ю. Анализ систем технического обслуживания и ремонта горного оборудования // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 2 (148). С. 35–43.

3. Исаков С. Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массоподводящих систем бумагоделательных машин : дис. … канд. техн. наук / Сергей Николаевич Исаков. Екатеринбург, 2010. 145 с.

4. Дунаев А. А., Исаков С. Н., Куцубина Н. В. Диагностическая паспортизация технологического оборудования // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды III международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. С. 185–189.

5. Исаков С. Н., Куцубина Н. В. Диагностика технического состояния оборудования массоподводящей системы бумагоделательных машин // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2008. № 5. С. 58–59.

Научная статья
УДК 658.58

ОБЗОР ВИДОВ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ

Михаил Валерьевич Кокин[1], Самвел Араратович Нурджанян[2], Сергей Николаевич Исаков[3], Валерий Павлович Сиваков[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1, 2] djumbus33@mail.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] sivakovvp@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье описаны виды организаций ремонтной службы, распределение полномочий и ресурсов, а также плюсы и минусы структур. Представлены «плюсы» и «минусы» этих систем: централизованная, децентрализованная, смешанная и аутсерсинг.

Ключевые слова: ТОиР, структура ремонтной службы, сравнение структур ремонтных служб

Для цитирования: Обзор видов организаций ремонтной службы / М. В. Кокин, С. А. Нурджанян, С. Н. Исаков, В. П. Сиваков // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 646−650.

Original article

OVERVIEW OF TYPES OF REPAIR SERVICE ORGANIZATIONS

Mikhail V. Kokin[1], Samvel A. Nurdzhanyan[2], Sergey N. Isakov[3], Valery P. Sivakov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1, 2] djumbus33@mail.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] sivakovvp@m.usfeu.ru

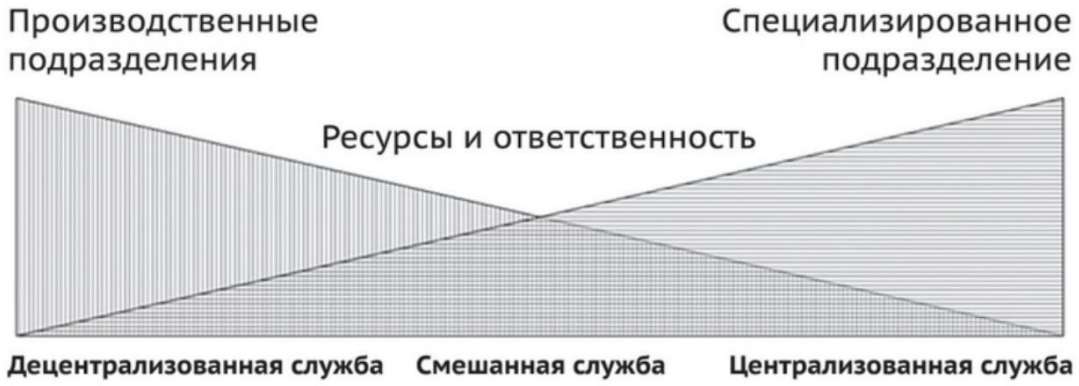
Abstract. The article describes the types of repair service organization, distribution of authority and resources, as well as the advantages and disadvantages of the structures. The “pros” and “cons” of these systems are presented: centralized, decentralized, mixed, and outsourcing.

© Кокин М. В., Нурджанян С. А., Исаков С. Н., Сиваков В. П., 2026

Keywords: maintenance and repair, repair service structure, comparison of repair service structures

For citation: Obzor vidov organizacij remontnoj sluzhby` [Overview of types of repair service organizations] (2026) M. V. Kokin, S. A. Nurdzhanyan, S. N. Isakov, V. P. Sivakov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 646–650. (In Russ).

Технологическое оборудование на своем жизненном цикле может многократно ремонтироваться. Например, массный насос имеет 1 капитальный, 2 средних и 30 текущих ремонтов. Для проведения ремонта созданы системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Для проведения ТОиР созданы ремонтные службы, которые имеют разные структуры с разными соотношениями ресурсов и ответственность (рисунок) [1].



Загруженность и ответственность подразделений при различной системе организации ремонтов

Основные системы:
– централизованная,
– децентрализованная,
– смешанная;
– аутсорсинг.

Рассмотрим более подробно каждую из них.

Централизованная. Система, при которой все ремонты и часть технического обслуживания производит специализированная служба. Также на ней лежит ответственность за обеспечение безопасной и безаварийной эксплуатации. Часть работы делегируется эксплуатационному персоналу согласно принципам всеобщего производственного обслуживания (ТРМ). Такой подход применяется для небольших предприятий: до 600 ед. оборудования.

Данная система имеет ряд «плюсов» и «минусов» [2, 3].

«Плюсы»:

– планирование, подготовка и проведение ремонтов производится одной организацией по единому графику;

– возможность создания очень квалифицированных бригад с хорошим оснащением;

– снижается общая численность ремонтного персонала за счет более эффективного использования;

– сокращаются простои оборудования из-за более совершенной системы;

– оптимальность закупок, нет дублирования;

– большие объемы запчастей (централизовано) позволяют покупать по оптовым ценам и уменьшают логистические потери.

«Минусы»:

– много сопроводительной документации и согласований (служебки, приказы, технические решения и их изменение и дополнения);

– большая инерционность системы, быстро что-то не поменять в закупках или быстро докупить, а также добавить в регламент работ что-то, если это уже согласованно со всеми;

– так как штат ограничен (оптимизирован), то высококвалифицированному персоналу приходится выполнять рутинную работу;

– удаленность как территориальная, так и административная от конечного заказчика ремонта;

– невозможность передать ремонт другому подразделению, так как вся база собрана в «центре».

Децентрализованная. Ремонтные обособленные предприятия находятся в структуре производственных площадок и могут работать автономно, в том числе закупок запчастей, склада, ремонтной базы и т. п.

«Плюсы»:

– гибкость и в финансовом плане, и в бюрократическом;

– позволяет начать ремонт сразу после вынужденной остановки, сокращая сроки;

– персонал ремонтирует «свое» оборудование и знает специфику, а также более ответственно выполняет работы;

– возможность экономии на логистических расходах (путь от места ремонта и эксплуатации меньше, возможно даже на одной промышленной площадке).

«Минусы»:

– не всегда на местах у персонала загрузка рациональна (равномерна), особенно работами, которые соответствуют квалификации рабочего;

– дублирование инструмента и приспособлений, так как у каждой бригады должны быть свои наборы;

– сложно создать запас запасных частей, так как запасы будут на каждом производстве;

– отдел закупок должен быть на каждой промышленной площадке, нет координации с другими закупотделами;

– отсутствие экономии на маленьких партиях, нет возможности выходить на более выгодные торговые площадки.

Смешанная. В этой структуре крупные ремонты производятся на большом ремонтно-механическом цехе, в котором литейное, сварочное, гибочно-выробное, электромеханическое и др. хозяйства. Но при этом есть ремонтные бригады на каждой производственной площадке, которые проводят легкие ремонты и техническое обслуживание. А при крупных ремонтах и тяжелых авариях привлекается МРЦ. В соответствии с выбранной системой распределяются трудоемкости и станкоемкости ремонтных работ. Если получается избежать простои рабочих, данная система наиболее экономически выгодная.

«Плюсы»:

– персонал, если он свободен от выполнения текущих работ, привлекается к работам по капитальному ремонту;

– возможность концентрации профессионалов для решения трудных и технологичных задач;

– гибкость и накопление опята и знаний в подразделениях из-за их взаимодействия;

– контроль правильности процедур по стандартам предприятий, единые ремонтные, монтажные и эксплуатационные документы на разных производственных площадках.

«Минусы»:

– бывают трудности в определении, какие закупки производит «центр», а какие производственные площадки;

– должна быть отработана система кооперациий для исключения дублирования и «забыл», система должна быть прозрачна и эффективна.

Аутсорсинг. Все виды ремонтов и обслуживания отдается внешней организации, и она выполняет все своими силами и на своем оборудовании. Организация должна иметь соответствующие сертификаты, лицензии, квалифицированный штат и т. д.

«Плюсы»:

– снижение затрат на штат, парк оборудования, площадей и т. д.;

– доступ к специальным технологиям, знаниям, навыкам, так как их можно заказывать у специализированных фирм;

– концентрация на процессе ремонтов, контроле качества ремонтов и обслуживания, основном производстве и т. д. Не надо думать о наличии рабочих, заготовок, станках и т. д.;

– позволяет быстро нарастить и сократить персонал, подстраиваясь под внешнюю и внутреннюю ситуации;

– уменьшение ответственности (рисков) при проведении ремонтов. Ответственность перекладывается на аутсорсинговую организацию.

«Минусы»:

– нет возможности контролировать внутренние процессы, есть возможность контролировать только результат – «обертку»;

– внешние компании получают доступ к технологиям, информации о производстве и процессах, возникает риск утечки информации, так как она хранится в аутсорсинговых организациях и на личных носителях;

– есть вероятность зависимости от аутсорсинговых фирм, начиная от цены и заканчивая качеством;

– есть вероятность сокрытия важной информации о комплектующих, ходе ремонта и т. д.;

– не всегда будет возможность быстрого изменения объема работ, перечня и т. д., так как договоры заключены задолго, а дополнительные соглашения не всегда возможны.

Список источников

1. Централизация ремонтной службы // Ассоциация EAM : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RJRhJ (дата обращения: 20.11.2025).

2. Морина Е. Ю., Аунапу Т. Ф. Выбор наиболее эффективной модели управления предприятием энергетической отрасли: централизованная, децентрализованная, смешанная // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2011. № 5 (23). С. 95–100.

3. Централизованная, децентрализованная и смешанная система организации ремонта электрооборудования электростанций // Студопедия : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RJRvP (дата обращения: 20.11.2025).

Научная статья
УДК 630.52:587/588

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАЦИОННЫХ РАБОТАХ МОНИТОРИНГА, ЗАЩИТЕ ДРЕВОСТОЕВ

Григорий Денисович Косолапов[1], Сергей Петрович Санников[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kosolapov.grisha@yandex.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем авиационных работ мониторинга и защиты участков леса. Сделан анализ получения информации с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов о дендрологии древостоев, а также лесной среды. Предложены возможные перспективы развития авиационного мониторинга на основе технологии RFID небольших участков леса.

Ключевые слова: лес, авиация, мониторинг, технологии, древостой

Для цитирования: Косолапов Г. Д., Санников С. П. Новые технологии в авиационных работах мониторинга, защите древостоев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 651–654.

Original article

NEW TECHNOLOGIES IN AERIAL MONITORING, FOREST STANDS PROTECTION

Grigory D. Kosolapov[1], Sergey P. Sannikov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kosolapov.grisha@yandex.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems of aerial monitoring and protection of forest sites. An analysis of the data obtained from manned and unmanned aerial vehicles on the dendrology of forest stands and the forest environment was made. Possible prospects for the development of aviation monitoring based on RFID technology for small forest sites are proposed.

© Косолапов Г. Д., Санников С. П., 2026

Keywords: forest, aviation, monitoring, technology, forest stand
For citation: Kosolapov G. D., Sannikov S. P. (2026) Novy`e texnologii v aviacionny`x rabotax monitoringa, zashhite drevostoev [New technologies in averial monitoring, forest stands protection]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 651–654. (In Russ).

Актуальность работы заключается в том, что в ней рассмотрены новые технологии в авиационных работах мониторинга древостоев. Как известно, леса являются жизненно важным ресурсом РФ, обеспечивающим экологическую стабильность, биологическое разнообразие и экономическое развитие. Ежегодно лесные массивы страдают от пожаров, вредителей, болезней и незаконных вырубок древостоев. Своевременное обнаружение и ликвидация этих угроз наземными методами затруднено из-за огромных площадей и труднодоступности территорий. В связи с этим авиационные работы становятся ключевым инструментом эффективного управления и защиты лесов.

Цель работы. Исследование и анализ теоретических основ, систем, способов реализации и перспективных направлений разработки электронных устройств, для авиационного мониторинга, охраны и защиты лесов. В соответствии с сформулированной целью в работе поставлены следующие **задачи исследования**:

– изучить основные цели и задачи авиалесоохраны мониторинга лесов;

– проанализировать существующие пилотируемые и беспилотные авиационные системы;

– ознакомиться с технологиями и способами проведения авиационных работ;

– предложить пути решения при разработке современных и перспективных электронных устройств мониторинга, по защите древостоев.

Материалы и Методы средств исследования

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов по технологии авиационного мониторинга лесов. В работе применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Результаты и обсуждение

Авиационная охрана лесов ежедневно выявляет очаги лесных пожаров с 1987 г. по всей территории РФ, где расположены региональные службы. Существует авиационная служба: самолеты и вертолеты, с помощью которых патрулируют участки лесной территории. Основной недостаток – это наличие экипажа с пилотом, фотоаппаратура и огромное количество потребляемого топлива на расстоянии до 500 км. Также есть зависимость

от летной погоды, а это сказывается на оперативности получения информации. Оценку состояния лесопожарной системы страны провела группа ученых под руководством Н. А. Коршунова [1]. Учеными выявлено пять недостатков, которые сформулированы в виде требования к правительству.

О перспективах использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве для проведения лесозащитных мероприятий рассказали ученые из Белоруссии (В. Б. Звягинцев с сотрудниками БГТУ) [2]. По данным Международной ассоциации беспилотных транспортных систем (AUVSI), в ближайшем будущем 80 % гражданских беспилотных летательных аппаратов будут использоваться в растениеводстве [2]. Также Н. А. Коршунов показал перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе [3]. Авторы утверждают, что в лесном комплексе необходимо разработать и массово использовать семейства различных многофункциональных беспилотных автоматизированных систем с грузоподъемностью от 20 до 2000 кг и с большой продолжительностью [3]. Перспективы отечественных технологий и средств обнаружения и тушения лесных пожаров предложены в работе [4].

Из проведенного анализа видно, что перспективное направление развития авиационных технологий принадлежит автоматизированным беспилотным системам.

Пути решения проблем

В работе был проведен анализ перспективных электронных устройств, составляющих основу современных систем авиационного мониторинга:

- мультиспектральные и гиперспектральные камеры (позволяют получать данные не только в видимом, но и в инфракрасном диапазоне, что помогает выявлять больные деревья и начальные стадии пожара до появления открытого пламени);
- тепловизионные камеры (ТПВ) (критически важны для обнаружения термоточек (очагов тления) ночью и в условиях сильной задымленности);
- лидар (LIDAR) (лазерный сканер для создания высокоточных 3D-моделей рельефа и крон деревьев. Используется для оценки запасов древесины и построения карт пожарной опасности);
- бортовые вычислительные комплексы и системы связи (обеспечивают обработку данных на борту и передачу информации в центры мониторинга в режиме, близком к реальному времени);
- перспективная разработка (интегрированный модуль для БПЛА, объединяющий камеру видимого диапазона, тепловизор и газоанализатор для одновременного обнаружения пожара и анализа задымленности);
- эффективной перспективой является использование БПЛА совместно с датчиками RFID, расположенными на стволах деревьев. Технология RFID позволяет получать не только конкретную информацию о состоянии лесной окружающей среды, но и параметры дерева: размер прироста, влажность и пр.

Заключение

Авиационные работы являются неотъемлемой и высокоэффективной составляющей системы охраны и защиты лесов России. Современное развитие технологий, особенно в области БПЛА и электронных устройств дистанционного зондирования, открывает новые возможности для повышения оперативности, точности и экономической эффективности мониторинга. Дальнейшие исследования и разработки должны быть направлены на создание интегрированных автоматизированных систем на основе технологии RFID, способных не только обнаруживать угрозы, но и прогнозировать их с использованием искусственного интеллекта и больших данных.

Список источников

1. Оценка состояния лесопожарной системы страны / Н. А. Коршунов, В. А. Савченкова, А. В. Перминов, М. С. Калинин // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 82–93.

2. Звягинцев В. Б., Малашевич Д. Г., Жданович С. А. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве для проведения лесозащитных мероприятий // Труды БГТУ. 2023. № 2. С. 43–49.

3. Перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе / Н. А. Коршунов, В. А. Савченкова, А. В. Перминов, М. Е. Конюшенков // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 34–46.

4. Коршунов Н. А., Котельников Р. В., Савченкова В. А. Оценка перспективных отечественных технологий и средств обнаружения и тушения лесных пожаров // Лесотехнический журнал. 2018. № 2. С. 55–63.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ДИАМЕТРА ДЕРЕВА

Андрей Артемович Косяков[1], Сергей Петрович Санников[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] slipk_yes_0@outlook.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем мониторинга с измерением диаметра дерева. Сделан анализ получения информации о дендрологии древостоев. Предложена концепция измерительного устройства и перспективы развития мониторинга на основе технологии получения информации о диаметре дерева в лесу.

Ключевые слова: дерево, мерная лента, мониторинг, измерение

Для цитирования: Косяков А. А., Санников С. П. Разработка концепции измерителя диаметра дерева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 655−659.

Original article

DEVELOPMENT OF A TREE DIAMETER MEASUREMENT INSTRUMENT CONCEPT

Andrey A. Kosyakov[1], Sergey P. Sannikov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] slipk_yes_0@outlook.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. This paper examines the problems of monitoring with measuring the diameter of a tree. The analysis of obtaining information about the dendrology of forest stands is made. The concept of a measuring device and prospects for the development of monitoring based on technology for obtaining information about the diameter of a tree in a forest are proposed.

Keywords: tree, measuring tape, monitoring, measurement

© Косяков А. А., Санников С. П., 2026

For citation: Kosyakov A. A., Sannikov S. P. (2026) Razrabotka koncepcii izmeritelya diametra dereva [Development of a tree diameter measurement instrument concept]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 655−659. (In Russ).

Таксационные работы включают измерение диаметра ствола дерева для определения объема древесины. Работы проводятся при помощи ручных таксационных измерительных инструментов и приборов. В этом заключается таксационные проблемы, связанные с трудозатратами и производительностью работ. Использование дистанционных методов для оценки таксационных показателей позволит снизить стоимость таксационных работ.

Традиционные методы таксации леса, включая измерение диаметра ствола дерева механическими мерными вилками или лентами, являются трудоемкими, подвержены влиянию человеческого фактора и не позволяют оперативно интегрировать полученные данные в современные системы анализа. Данная работа направлена на решение проблем получения информации о диаметре ствола дерева. Актуальность темы исследования обусловлена возрастающей ролью лесных экосистем в глобальных экологических процессах, таких как регуляция климата, сохранение биоразнообразия и обеспечение ресурсной базы экономики. Эффективное управление лесными ресурсами и их сохранение невозможны без организации системного мониторинга, основанного на точных, оперативных и объективных данных.

Целью данной работы является разработка концепции современного измерительного устройства и системы для мониторинга таксационных показателей деревьев, соответствующей актуальным научно-техническим трендам. Для решения сформулированной цели в работе поставлены следующие **задачи исследования**:

– проанализировать существующие методы и способы измерительных инструментов при проведении таксационных работ;

– обосновать выбор и разработать концепцию нового измерительного инструмента – умной мерной ленты и программно-аппаратного комплекса для измерения диаметра ствола дерева и сбора данных;

– предложить пути решения проблемы при разработке современных и перспективных электронных устройств измерения диаметра дерева. Описать принцип работы устройства, его структурную схему и функциональные возможности.

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов по технологии измерения и методов мониторинга лесов. В работе

применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Предмет исследования и обсуждение результатов

Объектом исследования выступает процесс измерения характеристик деревьев (диаметра). Предметом исследования является разработка концепции электронного средства измерения и системы сбора данных.

Для облегчения таксационных работ А. А. Вайс предложил упрощенный метод определения диаметра нижней части сосны обыкновенной в условиях средней Сибири [1]. Метод, предложенный А. А. Вайсоном, основан на измерении дерева в двух точках: это внизу на уровне шейки пня и на высоте груди (1,3 м). Автором найдена корреляция между двумя значениями диаметра дерева, что позволяет использовать метод для определения ущерба при незаконных рубках.

Работы по оценке таксационных показателей древостоев сосны обыкновенной с применением дистанционных методов провел О. С. Артемьев [2]. Результаты исследований позволяют оценить показатели леса по наземным цифровым снимкам. Проведенные автором измерения показали, что отклонение при измерении цилиндра диаметром 14,91 см составляет в среднем +0,19 см, при измерении цилиндра диаметром 13,22 см – +0,01 см, при измерении цилиндра диаметром 10,43 см – +0,08 см [2]. Результаты представлены в таблице.

Данные измерений диаметров стволов деревьев сосны

№ дерева	Диаметр ствола, см, полученный		Разница	
	с помощью мерной вилки	по предлагаемой методике	см	%
1	15,5	16,0	+0,5	+4
2	17,0	17,6	+0,6	+4
3	29,5	30,1	+0,6	+2
4	18,0	18,4	+0,4	+3
5	14,5	15,0	+0,5	+4
6	11,5	12,5	+1,0	+9
7	9,5	9,2	–0,3	–4
8	18,0	18,0	0	0
9	18,5	17,7	–0,8	–5
10	10,0	10,1	+0,1	+1

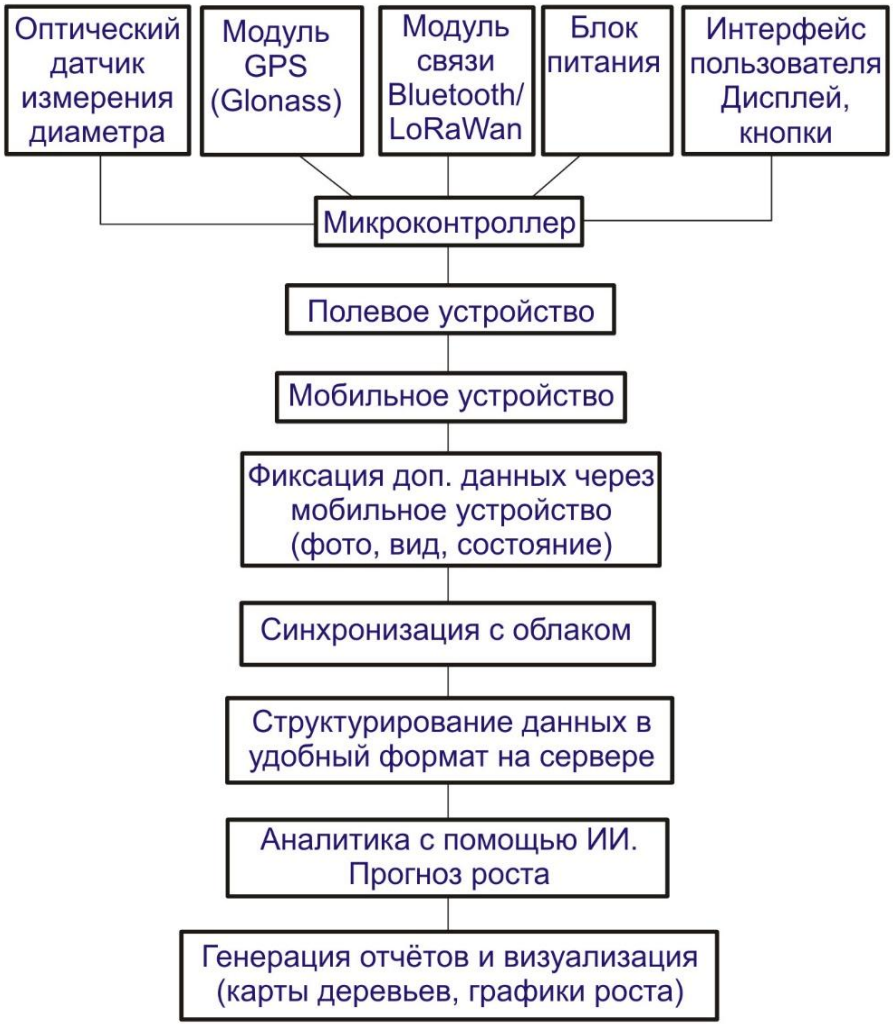
Точность измерения диаметра дерева играет большое значение, поэтому Н. Г. Иванов с В. А. Котельниковой провели оценку точности лесотаксационных измерений в смешанных насаждениях [3]. Авторы пришли к выводу, что изменение диаметров деревьев без фиксации высоты дерева приводит к существенной ошибке, что в свою очередь влияет на точность определения запаса древесины древостоев [3].

При проведении лесоучетных и таксационных работ применяют разные приборы и инструменты, с помощью которых таксатор (учетчик) получает необходимую информацию о древостоях. Приборы и инструменты для таксации должны быть удобными для использования. Исследования инструментов для измерения диаметра стволов деревьев на основе оптических закономерностей провели Д. С. Южаков и А. И. Николаев [4]. Авторы предложили свой визуальный инструмент для измерения диаметра дерева.

Из проведенного анализа видно, что необходимые умные системы – это перспективное направление развития измерителей диаметра дерева.

Пути решения проблем

В работе был проведен анализ перспективных электронных устройств измерения диаметра дерева, у которых есть свои преимущества и недостатки, поэтому пришли к выводу, что разрабатываемое устройство должно построено по технологии **умной мерной ленты**. Структурная схема системы мониторинга с устройством измерения диаметра дерева представлена на рисунке.



Структурная схема системы мониторинга “DendroSense”

Суть концепции измерительного устройства состоит в следующем:

1. DendroBand Pro – это умная, эргономичная *лента-дендрометр* со встроенными датчиками, которая не только фиксирует диаметр, но и автоматически собирает, анализирует и передает данные в облачную платформу для дальнейшей работы с ними;

2. DendroSense – это комплексная экосистема для мониторинга здоровья и динамики роста деревьев.

Система следует трендам по алгоритму и будет отвечать на запросы:

- IoT (Интернет вещей): устройство подключено к сети и обменивается данными;
- Big Data: собранная информация формирует массив данных для анализа;
- AI (Искусственный интеллект): платформа использует машинное обучение для прогнозирования роста и выявления аномалий;
- Green Tech: технология направлена на сохранение и изучение экосистем;
- автоматизация: минимизация человеческого фактора и рутинных задач.

Заключение

Таким образом, цели и задачи были достигнуты. Разработанная концепция соответствует современным трендам цифровизации лесного хозяйства и имеет четко очерченную практическую значимость. Предложенное решение может служить основой для дальнейших, более глубоких проработок, включая создание опытного образца, разработку технической документации и коммерциализацию проекта.

Список источников

1. Вайс А. А. Упрощенный метод определения диаметров нижней части деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях средней Сибири // Вестник ПГТУ. 2012. № 2. С. 31–35.

2. Артемьев О. С. Оценка таксационных показателей древостоев сосны обыкновенной с применением дистанционных методов // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 253–256.

3. Иванов Н. Г., Котельникова В. А. Оценка точности лесотаксационных измерений в смешанных насаждениях в щелковском учебно-опытном лесхозе // Academy. 2017. С. 28–30.

4. Южаков Д. С., Николаев А. И. Инструмент для измерения диаметра стволов деревьев на основе оптических закономерностей // Лесохозяйственная информация. 2020. № 1. С. 40–47.

Научная статья
УДК 681.58

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ SIP-СТАНЦИИ ДЛЯ ФАСОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ LEEWEST PAK

Александр Александрович Кузнецов[1], Владимир Яковлевич Тойбич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mr.akuuznecov@gmail.com
[2] toibichvyu@m.usfeu.ru

Аннотация. Аббревиатура SIP (Sterilization In Place) означает «стерилизация на месте». Подразумевается удаление с внутренних поверхностей емкостей, трубопроводов, насосов, клапанов и прочего технологического оборудования с помощью дезинфицирующих растворов пищевых остатков для доведения обрабатываемых поверхностей не только до физической, но и бактериологической чистоты, что особенно важно при молочном производстве.

Ключевые слова: оборудование, мойка, стерилизация, автоматизация
Для цитирования: Кузнецов А. А., Тойбич В. Я. Разработка автоматической SIP-станции для фасовочных автоматов Leewest Pak // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 660–663.

Original article

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC SIP-STATION FOR LEEWEST PAK FILLING MACHINES

Alexander A. Kuznetsov[1], Vladimir Ya. Toibich[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mr.akuuznecov@gmail.com
[2] toibichvyu@m.usfeu.ru

Abstract. The abbreviation SIP (Sterilization In Place) means “sterilization in place”. It refers to the removal of food residues from the internal surfaces of tanks, pipelines, pumps, valves, and other process equipment using disinfectant

© Кузнецов А. А., Тойбич В. Я., 2026

solutions to ensure not only physical but also bacteriological cleanliness, which is especially important in dairy production.

Keywords: equipment, washing, sterilization, automation

For citation: Kuznetsov A. A., Toibich V. Ya. (2026) Razrabotka avtomaticheskoj SIP-stancii dlya fasovochny`x avtomatov Leewest Pak [Development of an automatic SIP-station for Leewest Pak filling machines]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 660–663. (In Russ).

В настоящее время в пищевой промышленности ручное мытье с разборкой агрегатов производственной линии уходит в прошлое [1]. Этот весьма трудоемкий процесс заменяют на безразборную SIP-мойку.

Типовая SIP-система состоит из трех частей:

1) SIP-станции различной комплектации;
2) распределительных трубопроводов с арматурой;
3) объектов мойки.

На крупных производствах, например, концерн «Калина», выпускающий косметическую продукцию, применяют несколько SIP-станций, располагая их поблизости от объектов мойки. Применяются даже передвижные станции на транспортных карах из-за невозможности установить стационарную установку [2]. В пищевом, в частности молочном, производстве принцип расположения станций определяется масштабом производства. В любом случае руководству предприятия приходится искать компромисс между вариантами централизованной станции SIP-мойки, но понести при этом расходы на длинные цепи трубопроводов или выбрать вариант раздельной установки нескольких моек. Арбитром выступают материальные затраты, наличие свободного места и другие факторы. SIP-станции применимы ко многим технологическим системам в производстве пищевых продуктов и в молочной промышленности [3].

Процесс SIP отображается диаграммой Herbert’a Sinners’ (рис. 1).



Рис. 1. Основные факторы воздействия SIP-мойки

По нашему мнению, диаграмма должна быть дополнена еще одним параметром – *автоматика*. Все параметры взаимосвязаны между собой и требуют точного соблюдения рецептуры, режима мойки и контроля за процессом. Только автоматизация соблюдения чередующихся во времени процедур может в какой-то степени гарантировать правильность и точность исполнения [4].

Процесс мойки, в первую очередь, заключается в гидравлическом воздействии жидкостями на поверхности трубопроводов и аппаратов, имеющих зачастую сложную форму с боковыми полостями с малыми радиусами поворотов. Соответственно насосы установки должны создавать достаточную величину напора при заданном расходе жидкости. Основными химическими реагентами, которые используют в процессе мойки, являются щелочь и кислота. В SIP-установках (рис. 2) используют:

– для удаления органических загрязнений (жир, частицы пищевых продуктов) – 2 % щелочных растворов гидроксида калия KOH или едкого натра NaOH;

– минеральных отложений (копоть, известковый налет) – различные кислоты в концентрации 0,5…2 %.

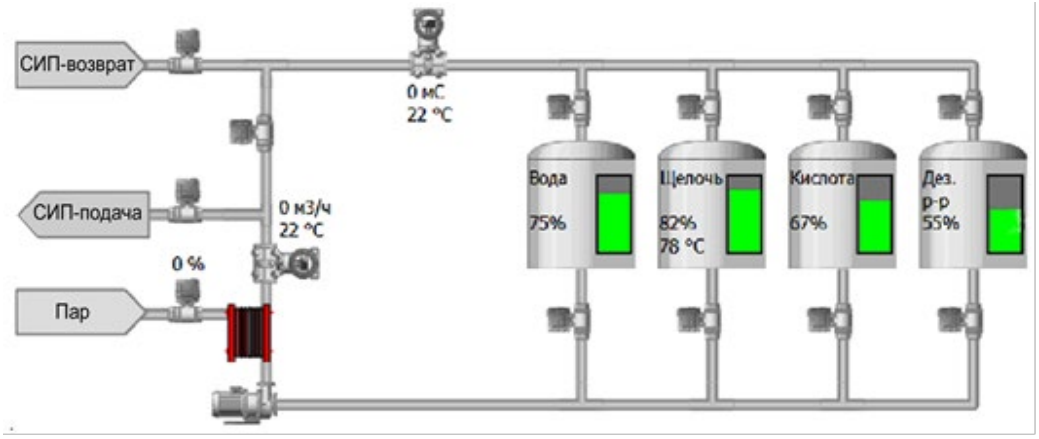


Рис. 2. Типовой набор реагентов SIP-мойки

Автоматизация процесса гарантирует одинаково высокое качество очистки, что очень важно для стабильности технологического процесса. Основными элементами и устройствами для создания автоматической системы являются:

– чувствительные элементы автоматики: датчики, сенсоры, детекторы состава и свойств вещества;

– промежуточные устройства и элементы автоматики: реле, усилители, логические устройства;

– исполнительные механизмы и устройства: электродвигатели насосов, электроклапаны потоков жидкостей;

– приборы, обеспечивающие наблюдение и контроль за процессом, средства сигнализации об аварийных ситуациях.

Ходом процесса мойки руководит логическое электронное устройство по заранее записанной в его памяти программе, но при этом сохраняется возможность вмешательства оператора при возникновении внештатных ситуаций.

Использование автоматических SIP-систем вместо ручного труда существенно облегчает труд работников, повышает эффективность и надежность процесса.

Фасовочные автоматы фирмы Tetra Pak имеют свою собственную SIP-станцию, что позволяет выполнять как внутреннюю, так и внешнюю мойку, тогда как у автоматов фирмы Leewest Pak не предусмотрена SIP-станция. По задумке разработчиков автомат подключается к общему центральному SIP-участку. На АО «БГМЗ» г. Богдановича в цехе детского питания имеется семиконтурный участок SIP. Он находится на удаленном расстоянии от участка фасовки. Тянуть трубопроводы до автомата через весь цех не целесообразно, так как это дополнительные временные расходы, поэтому было принято решение о разработке собственной SIP-станции для автоматов Leewest Pak.

В настоящее время проведены работы по монтажу оборудования SIP-мойки, выполнено программирование CPU S7-300: добавлены функции FC_L5 с описанием работы линии транспортировки продукта, FC_Molsafe с описанием работы стеританка, добавлены DB_L5, DB_Molsafe, добавлен функциональный блок FB_PUT_GET_Molsafe с вызовом функции PUT_GET для обмена данными маршрутной панелью и стеританком.

Список источников

1. Акимова Р. А., Абасова З. У. Состояние и перспективы развития пищевой промышленности в России // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2022. № 13 (61). С. 16–22.

2. Факторы и ориентиры эффективного функционирования и развития пищевой промышленности / В. М. Шаповал, М. Г. Миргородская, О. А. Аничкина, А. В. Меликян // Экономические науки. 2022. № 9 (214). С. 113–119.

3. Разиля С. А. Эффективные решения для СИП-мойки // Переработка молока. № 3. 2015. С. 24–26.

4. Тараненко В. О., Гришин К. А. IT-системы для эффективной СИП-мойки и управления предприятием // Молочная промышленность. 2023. № 1. С. 8–10.

Научная статья
УДК 629.331

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ОСНАЩЕННЫХ АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Иван Антонович Курбатов[1], Сергей Владимирович Ляхов[2]
[1] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
[1] ivankur121@gmail.com
[2] sergeilyakhov@mail.ru

Аннотация. Статья анализирует текущий уровень развития и применения беспилотного транспорта в России. В ней рассматриваются вопросы безопасности, связанные с внедрением этой технологии, и определяются необходимые меры для ускорения ее полного внедрения.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, технология управления, автономное транспортное средство

Для цитирования: Курбатов И. А, Ляхов С. В. Применение транспортных средств, оснащенных автономным управлением // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 664–668.

Original article

APPLICATION OF VEHICLES EQUIPPED WITH AUTONOMOUS CONTROL

Ivan A. Kurbatov[1], Sergei V. Lyakhov[2]
[1] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2] Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia
[1] ivankur121@gmail.com
[2] sergeilyakhov@mail.ru

Abstract. The article analyzes the current level of development and application of unmanned transport in Russia. It examines safety issues related to the implementation of this technology and identifies the necessary measures to accelerate its full implementation.

© Курбатов И. А., Ляхов С. В., 2026

Keywords: unmanned car, control technology, autonomous vehicle
For citation: Kurbatov I. A., Lyakhov S. V. (2026) Primenenie transportny`x sredstv, osnashhenny`x avtonomny`m upravleniem [Application of vehicles equipped with autonomous control]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 664–668. (In Russ).

В современном мире разработаны многие технические открытия, оснащенные автоматизированными процессами. Одно из таких открытий – внедрение транспортных средств с автономным управлением (АУ). Под беспилотным автомобилем понимается такое техническое устройство, которое обладает способностью перевозки грузов и людей, и при этом не требуется участие человека в контроле движения [1].

Для достижения максимальной эффективности применения данных транспортных средств, оснащенных АУ, с точки зрения безопасности и точности управления необходимо предусмотреть все проблемы, которые могут возникнуть в процессе их эксплуатации. Многими авторами отмечается, что главной проблемой являются дорожные условия, включающие в себя дорожные знаки, разметку, особенности дорожного покрытия и т. д. Данную проблему начали обсуждать за несколько десятилетий до применения транспортных средств с АУ. Водитель при плохой разметке плохо читаемых дорожных знаков либо проезде по неровностям дороги может ошибиться с выбором безопасного режима движения, в связи с чем имеется вероятность совершения ошибки роботом, действующим по заданной программе.

Актуальностью исследования является работа робота или искусственного интеллекта (ИИ), способного корректно оценить дорожные условия и принять оптимальное решение по управлению автомобилем на основе критериев безопасности. Поэтому возникает задача по снижению вероятности ущерба и иных негативных последствий в плохих дорожных условиях.

Целью работы является совершенствование систем АУ автомобилем в плохих дорожных условиях. Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

1) изучить опыт внедрения систем автоматического управления автомобилем;

2) рассмотреть проблему использования автономного ТС в условиях отсутствия дорожной разметки, дорожных знаков либо их частичного наличия;

3) сформулировать выводы по рассмотренной теме.

Становление транспортных средств, оснащенных АУ, начинается с 1930-х гг. – с момента представления широкой публике тенденций развития автомобильной промышленности на основе использования радиоволн.

Это сделала всемирно известная компания General Motors. Основное предназначение автономного управления сводилось к обеспечению безопасности дорожного движения, а именно контроля дистанции и недопущения съезда к обочине. Спустя два десятилетия инженерами этой же компании были введены в практическое использование специализированные датчики с магнитами. Однако данная идея не была далее эффективно развита, так как указанные датчики предположительно должны были применяться совместно с соответствующим дорожным покрытием с работающими кабелями. Через 10 лет, в 1950-х гг., был создан первый «умный» автомобиль марки Citroen, способный принимать решения по управлению движениям без участия водителя. Ближе к 80-м гг. XX в. компания Mercedes-Benz разработала автомобиль, внутри которого находился компьютер. Через десятилетие данную идею продолжили американские разработчики на основе автомобиля NavLab 5.

В XXI в. первыми по разработке транспортных средств, оснащенных АУ, стали американские компании, среди которых DARPA. Они выпустили несколько экземпляров роботов, способных контролировать траекторию движения автомобиля. Однако такие роботы не применялись на дорогах общего пользования до 2015 г. в связи с соответствующим запретом. После снятия данных ограничений всемирно известные автокомпании, такие как Audi и Waymo, начали активно способствовать применению автомобилей, которые смогут перевозить грузы и пассажиров в автономном режиме. Для этого использовались лазерные сканеры, камеры и ультразвуковые датчики [2]. Отсюда следует, что история становления транспортных средств с АУ может быть поделена на 3 равноценных этапа. Первый из них – период с 30-х по 80-е гг. XX в., когда имелись начальные исследования и эксперименты по использованию беспилотного автомобиля. Второй этап заключается в использовании компьютеров при проектировании указанных автомобилей, характеризующийся временными рамками с 1980-х по 2010-е гг. Начиная с середины 2010-х гг. зарождается третий этап развития истории транспортных средств с АУ, который может быть охарактеризован использованием роботов и ИИ.

В настоящее время выделяется 6 уровней автономности транспортных средств. Они определяются по соответствующей шкале, предложенной Обществом инженеров автомобильной промышленности [3]. Нулевой уровень означает отсутствие каких-либо автономных функций по управлению транспортным средством (кроме экстренного торможения и контроля слепых зон), соответственно в таком автомобиле вождение полностью контролируется человеком. По пятому уровню классифицируются такие автомобили, где робот самостоятельно принимает решения, связанные с траекторией и режимом передвижения. Стоит уточнить, что пятый уровень автономности транспортных средств – это только научная разработка, не имеющая на данный момент времени практики применения. Актуальным

оснащением подобных автомобилей признаются третий и четвертый уровни, характеризующиеся тем, что больше половины функций управляются без помощи человека, но они ограничены определенными обстоятельствами, то есть применимы исключительно в рамках идентичных условий (режим трассы, городской режим или конкретно заданный путь от точки А до точки Б).

На современном этапе развития построения технологии АУ транспортного средства используются такие технологии, как Лидар (на основе анализа объектов лазерными лучами), внедрение камер и датчиков (в целях регулирования обстановки траектории движения), а также ИИ и машинного обучения (МО) совместно с GPS и иными картами (для принятия определенных решений по управлению автомобилем). Таким образом, было отмечено, что за век актуальность использования беспилотного автомобиля возросла в несколько раз.

Председатель общественного совета Министерства транспорта РФ М. Блинкин считает, что трудности внедрения систем АУ имеют прямую причинно-следственную связь с отсутствием должного финансирования дорожного хозяйства. Недостаток финансирования приводит к низкому уровню содержания дорог в части их информационного оснащения.

В настоящее время отсутствуют правила и нормы, запрещающие движение транспортного средства без разметки на дорожном покрытии. Центральным нормативным актом являются ПДД, в которых закреплено, что на дороге должны быть дорожные знаки особых предписаний, устанавливающие порядок движения транспортного средства [4]. В случае отсутствия разметки или знаков водитель обязан учесть ширину дорожного покрытия, габариты автомобиля, а также промежуток для бокового разъезда и на основе данной информации, в частности, определить количество полос для дальнейшего передвижения. Одним из вспомогательных актов в этой сфере является ГОСТ Р 50597–2017. По нему устанавливается обязательность различимости разметки круглосуточно. Отсюда можно сделать вывод о том, что транспортным средствам с АУ необходимо обладать возможностями определения ширины и количества полос дороги для осуществления движения и маневрирования.

Для преодоления выше перечисленных проблем необходимо применять новейшие способы навигации автомобиля, технологии машинного зрения, а также нечеткое управление в условиях недостаточности сведений по дорожным условиям. В настоящее время имеются инженерные наработки, касающиеся создания постоянно обновляющейся базы дорожной сети, в которой содержатся сведения по категории и инфраструктуре – «цифровая модель дороги» [5]. Но для использования специализированных транспортных средств с целью создания «цифровой модели дороги» требуется дорогостоящее обеспечение, которое состоит из:

– двух гелиевых аккумуляторов, расположенных дополнительно к основному;

– комплекта вычислительных машин (для обработки сведений, поступающих с лидара и камер; построения трехмерной модели движения автомобиля; анализа условий надежности управления; организации управления транспортным средством; исследования основных параметров автомобиля, так называемый черный ящик);

– высокоточного устройства, считывающего и обрабатывающего информацию с GPS, ГЛОНАСС (GNSS-приемник);

– камер, датчиков, лидаров и иных устройств получения сведений о состоянии дороги.

Необходимо стремиться к такому уровню автономности транспортных средств, который обеспечит в полной мере принятие решений по управлению даже при отсутствии дорожных знаков или разметки.

Говоря о сформировавшихся на современном этапе проблемах, которые возникают при использовании беспилотных автомобилей, нужно уточнить, что полное доверие роботу невозможно ввиду отсутствия в его комплектации наиважнейших реакций, которые имеются только у человека.

Благодаря проведенному исследованию указанной темы были сформулированы результаты, согласно которым отсутствие дорожных знаков и разметки – первостепенная задача, решение которой незамедлительно требуется для использования беспилотных автомобилей. Поэтому собственная точка зрения заключается в том, что актуальные транспортные средства, оснащенные автономным управлением, должны предусматривать в своей комплектации такой анализатор, трактующий все условия дорожного покрытия в любом направлении движения.

Список источников:

1. Попова М. Л. Перспективы развития автономного транспорта // Молодой ученый. 2021. № 5. С. 11–12.

2. Развитие беспилотных технологий для наземного транспорта // Cognitive Pilot : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQggS (дата обращения: 11.03.2025).

3. SAE Updates, Refines Official Names for 'Autonomous Driving' Levels // CarAndDriver : [website]. URL: https://clck.ru/3Rq7W6 (дата обращения: 12.03.2025).

4. О Правилах дорожного движения : Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 16.07.2025) (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQgrq (дата обращения: 10.09.2025).

5. Устинова А., Даниелян Ш. Разметка для робота. Когда беспилотные авто смогут ездить по региональным дорогам // ИТАР.ТАСС : [сайт]. URL: https://tass.ru/v-strane/7776707 (дата обращения: 25.03.2025).

Научная статья
УДК 519.876.6

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Александр Сергеевич Малых[1], Диана Сергеевна Захарова[2], Сергей Николаевич Исаков[3], Денис Олегович Тоймурзин[4]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[4] Нефтьгаздиагностика, Казань, Россия
[1] malykhas@m.usfeu.ru
[2] zaharovads1798@yandex.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] denistoimurzin@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена классификация и структура цифрового двойника. Дано математическое наполнение цифровой модели. Представлены «плюсы» и «минусы» применения цифровых моделей.

Ключевые слова: центробежный насос, цифровой двойник, математическая модель

Для цитирования: Цифровой двойник центробежного насоса / А. С. Малых, Д. С. Захарова, С. Н. Исаков, Д. О. Тоймурзин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 669−673.

Original article

THE DIGITAL TWIN OF THE CENTRIFUGAL PUMP

Alexander S. Malykh[1], Diana S. Zakharova[2], Sergey N. Isakov[3], Denis O. Toimurzin[4]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[4] Neftgazdiagnostika, Kazan, Russia
[1] malykhas@m.usfeu.ru
[2] zaharovads1798@yandex.ru
[3] isakovsn@m.usfeu.ru
[4] denistoimurzin@yandex.ru

Abstract. The article presents the classification and structure of a digital twin. It provides a mathematical description of a digital model. The article also discusses the advantages and disadvantages of using digital models.

© Малых А. С., Захарова Д. С., Исаков С. Н., Тоймурзин Д. О., 2026

Keywords: centrifugal pump, digital twin, mathematical model
For citation: Cifrovoj dvojnik centrobezhnogo nasosa [The digital twin of the centrifugal pump] (2026) A. S. Malykh, D. S. Zakharova, S. N. Isakov, D. O. Toimurzin. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 669–673. (In Russ).

В последнее время в интернете много статей про структуру и использование цифровых двойник (ЦД) в производстве и технике. В зависимости от полноты и структуры модели можно выделить прототип, экземпляр и агрегатор [1].

Структура модели ЦД (рис. 1), представленная на обучении в Центре НТИ СПбПУ [2] с ссылкой на «Общество компьютерного моделирования (SCS, Oberkampf W. и др.)», видится наиболее удачной. Математическая модель включает в себя математические уравнения, само математическое моделирование, данные анализа и наблюдения за физическим объектом. Компьютерная модель – это реализация математической модели. Верификация – отражение взаимосвязи между математической и компьютерной моделью. Валидация – оценка адекватности компьютерной модели путем сравнения ее результатов испытания физического объекта моделирования.

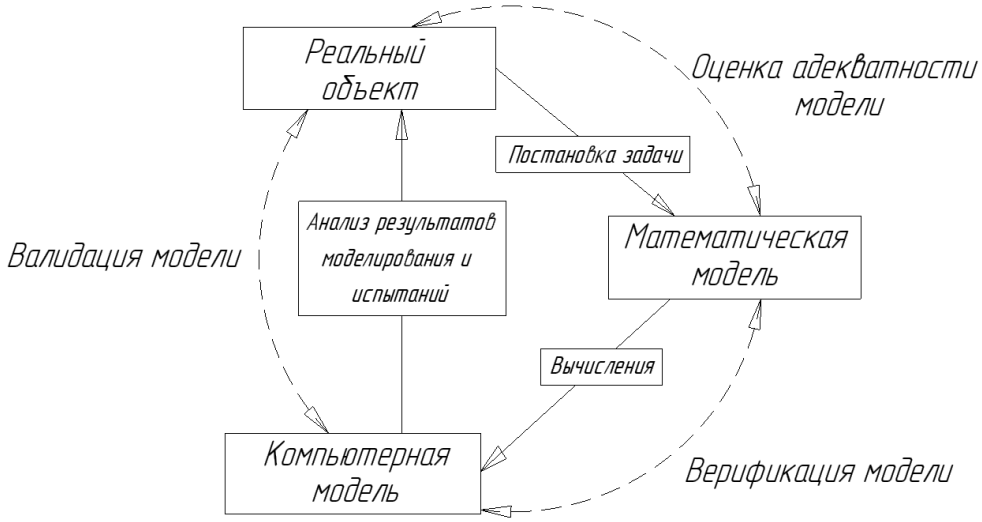


Рис. 1. Структура модели ЦД

На рис. 2 представлено взаимодействие цифрового двойника (ЦД) и насоса.

Датчики *1* и *2* измеряют давление в подводящих и отводящих коллекторах, использование которых также даст информацию по пульсации бумажной массы. Датчики *3*, *4* и *5* – комбинированные датчики, измеряющие

вибрацию и температуру подшипников насоса и электродвигателя. Подача насоса изменяется при частотном регулировании (ЧР) – блок частотного регулирования. Для диагностики и контроля используется амперметр или ваттметр (поз. *6*) [3].

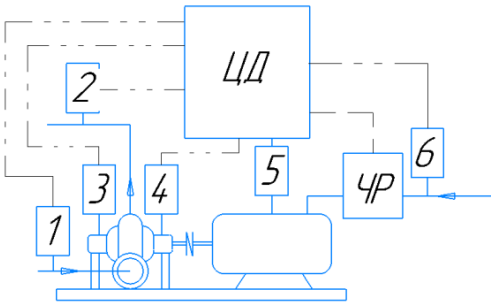


Рис. 2. Взаимодействие цифрового двойника и насоса:
ЦД – цифровой двойник; ЧР – частотный регулятор; *1*, *2* – манометры;
3, *4*, *5* – датчики измерения вибрации и температуры; *6* – амперметр или ваттметр

Аналитическая часть ЦМ получает данные с реального объекта, подставляет в математические модели и просчитывает какими должны быть те или иные параметры (теоретические). Если параметры сильно отличаются, то система пытается найти причину и дает оповещение оператору.

Требуется описать теоретические зависимости (друг от друга) напора (на входе и выходе), давления, подачи, мощности, оборотов насосов, а также вибрации и температуры подшипников насоса и электродвигателя.

Например, есть теоретическая зависимость напора ($H_{\text{ТОС}}$), нагнетаемое насосом, от оборотов (n), диаметром рабочего колеса (D_2), шириной лопасти (b_2) насоса и углом потока (β_2) и подачей (Q):

$$H_{\text{ТОС}} = \frac{(\pi * D_2 * n)^2}{3600 * g} - \frac{n * ctg\beta_2}{60 * b_2 * g} * Q.$$

Для одного из насосов зависимость представлена на рис. 3.

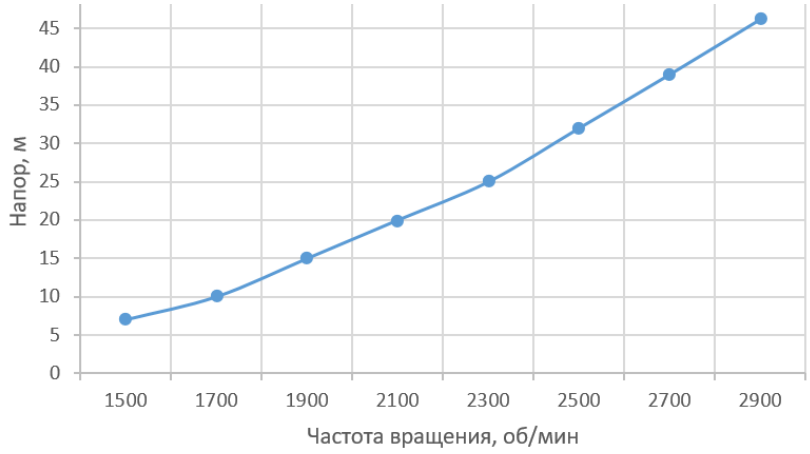


Рис. 3. Зависимость напора от частоты вращения ротора

Зависимость мощности насоса от подачи и напора представлена на рис. 4. Мощность ($N_г$) зависит от плотности (ρ) перекачиваемой жидкости, подачи (Q) и напора (H):

$$N_г = \frac{\rho g Q H}{3600}.$$

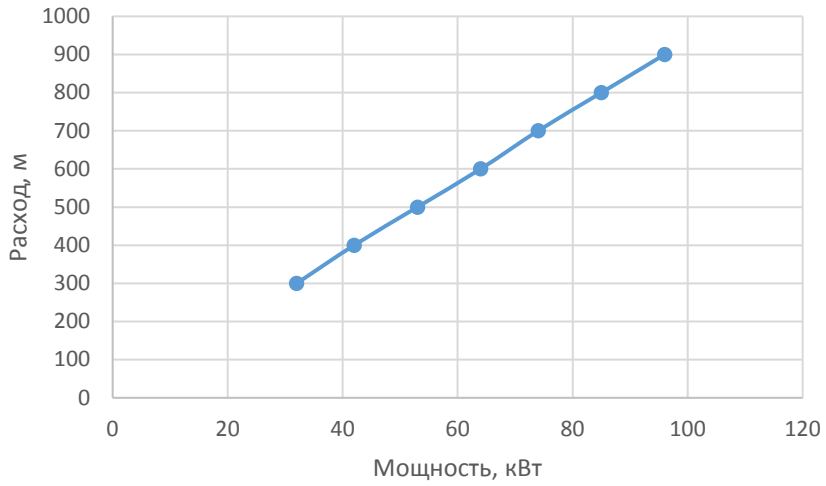


Рис. 4. График зависимости расхода от мощности

Возможности широкого развития связано «плюсами»:

1) *уменьшение времени* «от проекта до заказчика»: моделирование производственного процесса и выявлений ошибок на стадии проекта, а не когда все установлено и запущено. Определение слабых мест производства и «бутылочного горлышка», которые не дают выйти на проектные мощности (на больших линиях, без моделирования, этот процесс может занимать несколько лет);

2) *уменьшение затрат* (материальных, энергетических и др.) на производство, при многократном компьютерном моделировании и нахождении оптимальных технологий и параметров и режимов;

3) *более углубленное понимание процессов* в оборудовании персоналом: кто проектирует, эксплуатирует, диагностирует, ремонтирует и др., так как для создания полноценных ЦД (связей, закономерностей, процессов) нужны опыты, знания и понимание в данных сферах. ЦД это все объединяет;

4) *своевременная диагностика*, так как в самом принципе ЦД заложен обмен информацией и ее анализ реального объекта и его математических моделей. При анализе поступающих параметров производится диагностика оборудования, а имея хронологию, можно спрогнозировать развития дефекта;

5) *прогнозировать и избегать аварийные ситуации*. Использовать ЦМ как виртуальную лабораторию, изменяя те или иные данные (параметры системы), смотреть на каких режимах будет работать система, в том числе

и запредельных. Так как эксперимент будет виртуальный, то не приведет к поломке реального оборудования;

6) и другие плюсы.

А широкое внедрение ограничивает ряд «минусов»:

1) отсутствие чертежей, а в идеале точных 3D-моделей для CAE расчетов. CAE расчеты нужны для компьютерного моделирования агрегата и процессов в них (механического, гидравлического, температурного, магнетического и др.);

2) чем точнее компьютерная или (и) математическая модели, тем больше требуется обрабатывать уравнений, что может забирать много ресурсов компьютера. Например, чем больше точек на поверхности, тем ближе она реальному объекту. Или чем больше узлов в конечно-элементной сетке (больше расчетная матрица), тем ближе она к реальному объекту;

3) чем точнее ЦД (чем больше параметров в ней прописано), тем больше датчиков «снимают» параметры с реального объекта. Отдельная проблема – частота сбора параметров с этих датчиков. Отчасти это определяется скоростью развития дефекта, быстропротекающие дефекты отслеживаются с большей частотой. Но проблема с количеством и объемом информации может стать существенной, и большое количество датчиков (и проводов к ним) на оборудование может вызвать сложность при его ремонте и обслуживании;

4) и другие минусы.

Список источников

1. Исаков С. Н., Калмыков Д. С. Цифровые двойники оборудования массоподводящей системы // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XIII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 379–383.

2. Цифровые двойники изделий // Центр НТИ СПбПУ : [сайт]. URL: https://nticenter.spbstu.ru/courses/51 (дата обращения: 29.06.2025).

3. Исаков С. Н., Захарова Д. С., Малых А. С. Имитационная модель массного насоса // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 350–357.

Научная статья
УДК 630.52:587/588

СУЩНОСТЬ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСА – ПУТИ РЕШЕНИЯ

Артем Михайлович Маньков[1], Сергей Петрович Санников[2], Валерий Викторович Шипилов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] monkov09@mail.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем и сущности лесных экосистем с древостоями небольших участков леса. Сделан анализ опубликованной информации по исследованиям многих ученых. Предложены возможные перспективы развития технических средств измерения параметров для мониторинга небольших участков леса.

Ключевые слова: лес, мониторинг, экология, проблемы, решения

Для цитирования: Маньков А. М., Санников С. П., Шипилов В. В. Сущность проблем экологического мониторинга леса – пути решения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 674–678.

Original article

THE ESSENCE OF FOREST ECOLOGICAL MONITORING PROBLEMS – SOLUTIONS

Artyom M. Mankov[1], Sergey P. Sannikov[2], Valery V. Shipilov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] monkov09@mail.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] shipilovvv@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems and essence of forest ecosystems with forest stands of small forest sites. The analysis of the published information on the research of many scientists is made. Possible prospects for the development of technical means of measuring parameters for monitoring small forest sites are proposed.

© Маньков А. М., Санников С. П., Шипилов В. В., 2026

Keywords: forest, monitoring, ecology, problems, solutions
***For citation*:** Mankov A. M., Sannikov S. P., Shipilov V. V. (2026) Sushhnost` problem e`kologicheskogo monitoringa lesa – puti resheniya [The essence of forest ecological monitoring problems – solutions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 674–678. (In Russ).

Лес – это сложный живой организм, который постоянно меняется. Суть проблем, связанных с мониторингом леса и древостоев связано с большими площадями лесов в России, с климатическими широтами их распространения, с объемами прироста древостоев и их состояния, логистики перемещения лесоматериалов. Универсального мониторинга лесов не существует. На разных этапах развития индустрии использовали разные средства мониторинга леса, начиная от наземного (пешего) наблюдения за состоянием древостоев, затем стали использовать космический мониторинг, малую авиацию и мотодельтапланы, а в настоящее время подключили для этой цели беспилотники.

Выше перечислены технические средства перемещения средств наблюдения, например, в малой авиации, это глаза человека-специалиста, а в космических аппаратах и в беспилотниках средствами наблюдения служит аппаратура – видео-фотофиксации. В лесу тоже устанавливают фотоловушки для наблюдения за животными. Перелетных птиц окольцовывают для наблюдения за путями миграции.

Из перечисленного нельзя сказать, что все средства исчерпаны, что эти средства дают полную информационную картину для управления лесопользованием. Поэтому в работе поставлена цель исследовать проблемы, связанные с мониторингом и оценкой состояния лесных экосистем.

В работе поставлены следующие **задачи исследования**:

– изучить основные проблемы мониторинга лесов по опубликованным ранее источникам;

– выявить специфические проблемы, связанные с мониторингом небольших участков и прорастающих на них древостоев;

– проанализировать технические и методические возможности мониторинга древостоев;

– предложить возможные пути решения выявленных проблем с оценкой перспектив развития технологий мониторинга.

Материалы и методы средств исследования

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов в открытой печати. В работе применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Результаты и обсуждение

Проведение мониторинга лесов для сбора информации, которая обусловлена основой для процессов принятия решений в области управления лесами, является одним из элементов процессов формирования государственной лесной политики. Как выяснилось, мониторинг в происходящих процессах выполняет прямую вспомогательную функцию. Получается, что принятие управленческих решений формируются из неполной информации, а это сказывается на результате принятых решений: принятие документов, указав и постановлений, законов и пр.

В работе [1] авторы пришли к выводу, что не разработано общее руководство по практике мониторинга с учетом специфики природных условий, производственного потенциала и пр. Методические руководства, которыми пользуются в лесничествах, написаны в советские времена. Они устарели и не годятся для применения в изменившихся экономических условиях РФ.

Учеными А. Г. Дюкаревым, Н. Н. Пологовой предложена методология мониторинга и оценки состояния природной среды, основанная на функциональной иерархичности биологических систем [2]. Авторы разграничили подходы к ресурсной и экологической оценке, определили объекты исследования.

В этих и многих других работах не прослеживается инструментарий оценки и получения результатов. В некоторых работах предложены свои критерии оценки мониторинга лесных экосистем, например, [3]. Работа, в которой сделан обобщенный анализ всех критериев оценки лесных экосистем, нами не обнаружена.

Имеются работы, которые предлагают новый подход и инструментальные средства получения информации о состоянии лесной среды. Так, авторами В. В. Побединским, А. А. Побединским, М. В. Шавниной проведены экспериментальные исследования системы мониторинга леса с использованием радиочастотных волн [4]. В работе показаны результаты, полученные на установке, принцип работы которой представлен на рис. 1.

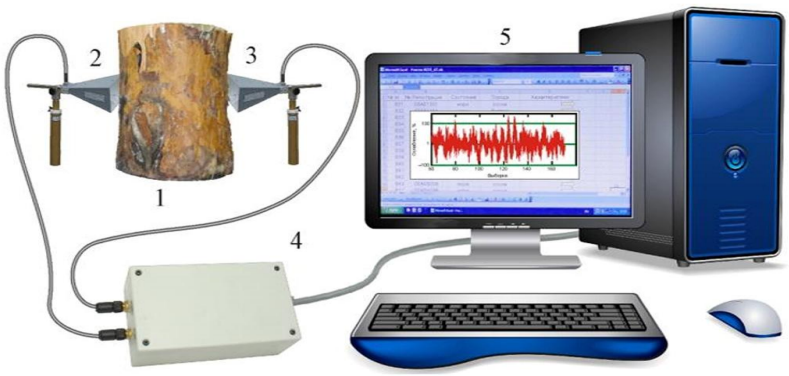


Рис. 1. Экспериментальная установка:
1 – экспериментальный образец; *2*, *3* – антенны приемника и передатчика;
4 – модуль Xbee XB24-Z7SIT-004; *5* – компьютер

Модуль Xbee XB24-Z7SIT-004 в этой экспериментальной установке исполняет роль источника электромагнитного излучения *3* и приемника *2*. Результат ослабления электромагнитной энергии, зафиксированной приемником *2*, пропорционален состоянию объекта исследования или образца *1* в сравнении с предыдущими измерениями. При помощи установки можно мониторить состояние дерева с определенной периодичностью.

Пути решения проблем

Путь решения проблемы изложен в методологии дистанционного мониторинга древостоев и транспортных потоков древесины [5]. Решения, предложенные в работе, утверждают, что для эффективного мониторинга древостоев в лесных экосистемах необходимы датчики фиксации изменений основных параметров. Предлагаемая структурная схема представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структурная схема измерительной системы в лесу

Датчики измерения параметров экосистемы в лесу зависят от решаемой задачи.

Заключение

Сущность мониторинга лесных экосистем зависит от своевременного получения информации об изменении параметров древостоев. Для этого в работе сделан анализ основных проблем мониторинга лесов по опубликованным ранее источникам, некоторые представлены в списке источников. Выявлены специфические проблемы, связанные с мониторингом небольших участков и прорастающих на них древостоев. Для этого подходят предложения по лесной томографии [5]. Проанализированы технические и методические возможности мониторинга древостоев, например, в работе [4], поэтому пришли к решению о разработке специализированных измерительных датчиков для эффективного получения информации и на основе этого управлять лесами. В работе предложены возможные пути решения выявленных проблем с оценкой перспектив развития технологий мониторинга. Структурная схема, предложенная в работе, представлена на рис. 2.

Список источников

1. Апсалямова С. О., Хашир Б. О., Хуаж О. З. Мониторинг состояния лесов в системе охраны окружающей среды // The Scientific Heritage. 2020. № 43. С. 63–69.

2. Дюкарев А. Г., Пологова Н. Н. Мониторинг и оценка состояния лесных экосистем // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2008. Т. 1, № 4. С. 390–399.

3. Волгин Д. А. Использование данных дистанционного зондирования Земли для мониторинга изменения экологической ситуации лесных экосистем России // Молодой ученый. 2022. № 43 (438). С. 221–223.

4. Побединский В. В., Побединский А. А., Шавнина М. В. Экспериментальные исследования системы мониторинга леса радиочастотного типа // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 1 (45). С. 102–107.

5. Санников С. П., Герц Э. Ф., Дьячкова А. А. Методология дистанционного мониторинга древостоев и транспортных потоков древесины // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 3. С. 109–116.

Научная статья
УДК 621.396

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SDR-ПРИЕМНИКОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ НА ОБЪЕКТАХ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Анастасия Игоревна Морозова[1], Александр Витальевич Лубенцов[2]
[1, 2] Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Воронеж, Россия
[1, 2] lubensov@mail.ru

Аннотация. На основе анализа способов и методов обнаружения сигналов выявлены преимущества и недостатки каждых. Рассмотрены виды SDR – приемников, с помощью которых возможно распознавание радиосигналов заданной частоты, которая устанавливается на специализированном программном обеспечении.

Ключевые слова: методы распознавания, мониторинг, радиосистемы, SDR – приемники

Для цитирования: Морозова А. И., Лубенцов А. В. Анализ методов использования SDR-приемников для обнаружения радиосигналов на объектах лесного хозяйства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 679–683.

Original article

ANALYSIS OF METHODS FOR USING SDR RECEIVERS TO DETECT RADIO SIGNALS AT FORESTRY FACILITIES

Anastasia I. Morozova[1], Alexander V. Lubentsov[2]
[1, 2] Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia
[1, 2] lubensov@mail.ru

Abstract. Based on the analysis of methods and techniques of signal detection, the advantages and disadvantages of each have been identified. The types of SDR receivers are considered, with the help of which it is possible to recognize radio signals of a given frequency, which is installed on specialized software.

Keywords: radio signal detection, recognition methods, monitoring, radio systems, digital signal processing, SDR receivers

© Морозова А. И., Лубенцов А. В., 2026

For citation: Morozova A. I., Lubentsov A. V. (2026) Analiz metodov ispol`zovaniya SDR – priemnikov dlya obnaruzheniya radiosignalov na ob``ektax lesnogo xozyajstva [Analysis of methods of using SDR receivers to detect radio signals at forestry facilities]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 679–683. (In Russ).

Когда речь заходит о безопасности лесных территорий, мы обычно представляем себе пожарные вышки, лесников с рациями и, может быть, камеры наблюдения. Но мир технологий шагнул далеко вперед, и сегодня над лесными массивами все чаще можно встретить беспилотники, а на земле – людей с системами передачи данных.

Браконьеры, черные лесорубы, поджигатели – все они полагаются на мобильную связь и дроны для координации своих действий.

В этой статье мы рассмотрим, насколько эффективно можно использовать технологию программно-определяемого радио для защиты лесного хозяйства и какие методы обнаружения радиосигналов действительно работают на практике.

Модели обнаружения каналов связи мобильных устройств и БПЛА

Рассмотрим модели обнаружения, которые применяются для выявления радиосигналов браконьера с телефоном или дрона над лесом.

Начнем с мобильных телефонов. Каждый раз, когда ваш смартфон находится в зоне действия сети, он постоянно обменивается служебной информацией с базовыми станциями [1, 2].

Модель обнаружения мобильных устройств основана на анализе этих служебных сигналов. SDR-приемник настраивается на частоты сотовых операторов (обычно это диапазоны 900 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц и 2600 МГц для LTE) и начинает мониторить эфир. Когда в зоне действия появляется активное устройство, приемник фиксирует характерные всплески активности.

Есть возможность не только обнаружить наличие устройства, но и примерно определить его местоположение. Используя несколько приемников, расположенных в разных точках, система вычисляет позицию источника сигнала методом триангуляции.

С дронами ситуация немного сложнее. Большинство современных БПЛА используют для управления частоты 2,4 ГГц или 5,8 ГГц – те же диапазоны, что и обычный Wi-Fi.

Модель обнаружения беспилотников строится на нескольких принципах. Во-первых, анализируется спектр радиочастот на предмет характерных сигналов управления. Канал «пилот-дрон» имеет специфический паттерн: регулярные короткие пакеты данных, идущие в обе стороны. SDR-приемник

«видит» эту картину и может отличить дрон от обычного Wi-Fi роутера или точки доступа.

Во-вторых, многие дроны используют GPS для навигации и передают телеметрию обратно оператору. Эти данные также можно перехватить и проанализировать. Более того, некоторые модели беспилотников транслируют видеопоток в реальном времени, а это уже совсем заметный след в эфире.

Есть и третий момент: дроны часто работают в паре – сам летательный аппарат и пульт управления. Обнаружив сигнал управления, можно попытаться определить и местонахождение оператора, что особенно ценно для службы охраны.

На практике наиболее эффективной оказывается модель, объединяющая несколько методов обнаружения одновременно. SDR-приемник сканирует весь интересующий диапазон частот, одновременно ища признаки мобильной связи, управления дронами и других подозрительных передач. Система анализирует не только факт наличия сигнала, но и его характеристики: мощность, модуляцию, периодичность.

Когда такая система работает в лесу, она создает своеобразную невидимую сеть контроля. На современном этапе алгоритмы машинного обучения показывают отличные результаты: после некоторого времени работы система начинает «понимать», какие сигналы являются разрешенными для данной территории.

Работа SDR-приемников в условиях леса сталкивается с серьезными препятствиями [3, 4].

Первое (и главное) – это рельеф местности и растительность. Деревья, особенно хвойные с их влажной древесиной, прекрасно глушат радиосигналы. Холмы и овраги создают мертвые зоны, где прием становится практически невозможным.

Второй момент – это помехи от легальных источников.

Есть и технические нюансы: дальность обнаружения сильно зависит от мощности передатчика.

И третий момент – погодные условия. Туман, дождь, снег – все это влияет на распространение радиоволн, особенно в высокочастотных диапазонах.

Несмотря на все сложности, правильно настроенная система обнаружения дает реальное преимущество в защите лесных территорий.

SDR расшифровывается как Software Defined Radio – программно-определяемое радио. Звучит сложно, но на деле концепция довольно простая.

Принцип работы SDR можно сравнить с тем, как работает звуковая карта в компьютере, только вместо звука обрабатываются радиоволны. Ан-

тенна ловит сигнал, минимальная аналоговая часть усиливает его и преобразует в цифровой вид, а дальше всю обработку выполняет процессор под управлением специального софта [5].

Основные характеристики устройства можно найти в таблице.

На рис. 1–4 продемонстрированы плата Hack RF и антенны, рассчитанные на работу в разных частотных (все фото автора).

Характеристики устройства Hack RF

Частотный диапазон	1 МГц…6 ГГц
Полоса контроля (пропускания)	20 МГц
Наличие TX кабеля	Присутствует
Разъем подключения антенны	SMA female
Дискретизация	8…20 мс/с
Изменение характеристик фильтра	Программным способом
Характеристики порта антенны, определяемые программным способом	50 мА на 3,3 В
Операционные среды, в которых осуществляется работа	Linux, Windows, Mac



Рис. 1. Устройство Hack RF в прозрачном корпусе



Рис. 2. Антенна 2,4/5/5,8 ГГц



Рис. 3. Антенна 40 МГц…6 ГГц



Рис. 4. Антенна 70 МГц…2700 МГц

Главное преимущество – универсальность. Один и тот же SDR-приемник сегодня может слушать FM-радио, завтра – отслеживать сигналы мобильных сетей, а послезавтра – искать дроны. Нужно загрузить другую программу или сменить параметры в настройках.

Есть и свои нюансы. SDR-приемники требуют определенной вычислительной мощности для обработки сигналов в реальном времени. Нужен либо мощный компьютер рядом, либо одноплатник типа Raspberry Pi с достаточным запасом производительности. Требуется питание, защита от погодных условий при установке в лесу, настройка антенн под нужные диапазоны.

Подводя итог всему сказанному, стоит сказать, что технология SDR-приемников – это вполне реальный инструмент для защиты лесных территорий. У нее есть свои ограничения, связанные с рельефом, погодой и необходимостью грамотной настройки. Но возможность обнаруживать несанкционированное присутствие людей и дронов на расстоянии, до физического контакта – это огромное преимущество.

В ближайшие годы мы увидим все более широкое внедрение таких систем в лесном хозяйстве. Технологии становятся доступнее, алгоритмы – умнее, а необходимость защиты наших лесов – все острее.

Список источников

1. Власова А. И., Лубенцов А. В. Системный анализ применения технологий средств подавления сигналов сотовой связи в системе УИС // Актуальные проблемы деятельности подразделений уголовно-исполнительной системы : сборник трудов научно-практической конференции. Воронеж : Научная книга, 2023. С. 262–265.

2. Лубенцов А. В., Власова А. И. Системный анализ синтеза модели мониторинга и подавления сигнала сотовой связи // Карбышевские чтения : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2023. С. 229.

3. Морозова А. И., Лубенцов А. В. Прием сигналов с использованием SDR-приемников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 588–593.

4. Лубенцов А. В., Власова А. И. Интеллектуальные модели управления системами связи // Радиолокация, навигация, связь : сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции. Воронеж, 2024. С. 168.

5. Силин А. Технология Software Defined Radio. Теория, принципы и примеры аппаратных платформ // Беспроводные технологии. 2007. № 2. С. 22.

Научная статья
УДК 621.822.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Екатерина Александровна Парунина[1], Сергей Николаевич Исаков[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] AlykaReyFic@yandex.ru
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье описана конструкция подшипников качения и ее возможные пути развития (улучшения) в ближайшее время.

Ключевые слова: подшипник качения, ресурс, работоспособность, смазка

Для цитирования: Парунина Е. А., Исаков С. Н. Прогнозирование развития подшипников качения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 684−686.

Original article

FORECASTING THE DEVELOPMENT OF ROLLING BEARINGS

Ekaterina A. Parunina[1], Sergey N. Isakov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] AlykaReyFic@yandex.ru
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. The article describes the design of rolling bearings and its possible development (improvement) opportunities in the near future.

Keywords: rolling bearing, resource, performance, lubrication

For citation: Parunina E. A., Isakov S. N. (2026) Prognozirovanie razvitiya podshipnikov kacheniya [Forecasting the development of rolling bearings]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 684–686. (In Russ).

© Парунина Е. А., Исаков С. Н., 2026

В технике много вращающихся элементов. Для увеличения ресурса и снижения трения используются подшипники. В зависимости от частоты вращения, значения нагрузки и ее направления, конструктивных особенностей устанавливают подшипники скольжения или качения. Подшипники качения могут быть радиальные, упорные или радиально-упорные, а также однорядные и двухрядные, роликовые и шариковые и др. Конструкция роликового подшипника представлена на рисунке.

Конструкция и габариты оборудования могут зависеть от типа и конструкции подшипниковых опор. Для прогнозирования развития машин требуется спрогнозировать развитие подшипников. Для этого на основании патентного анализа спрогнозируем развитие подшипников [1, 2]. Патенты просматривались на сайте ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» [3]. Поиск проходим по фразе: «Подшипник качения».



Конструкция роликового подшипника

Анализ проводился по целям и средствам (таблица). Цели показывают, для чего создается патент, что улучшалось или от каких недостатков избавляется конструкция. Средства – это чем достигаются поставленные цели.

Матрица «Цель-средства»

Средства		Цели		
		Улучшение смазки	Дополнительное покрытие или материал	Изменение конструкции
	Увеличение ресурса	94046371 2005130233 2002106206 1488624	2231695 2300575	2298115, 2488721 2308620, 2269689 212862, 2461745

Окончание таблицы

Средства		Цели		
		Улучшение смазки	Дополнительное покрытие или материал	Изменение конструкции
	Повышение работоспособности	–	94024229 2231695	2518789, 2778579 213994, 182344 85957, 2289730 2484320, 2363866 2599311, 2588176 2634610, 2568164 2638892, 2648557 2523871, 231694
	Расширение возможностей	–	–	182339, 2563295 2446323, 2484321
	Уменьшение расхода смазки или расхода энергии	–	–	183720, 2262016 2475654, 2579373
	Упрощение конструкции	–	–	94045003, 94045486, 2488721

Анализ 41 патентов показал следующее:

– 29 % связаны с увеличением ресурса;

– 43 % направлены на увеличение работоспособности;

– 80 % запатентованы изменения в конструкции.

В данной работе проанализированы данные о патентах подшипников качения. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод: наиболее частым улучшением является изменение конструкции для повышения работоспособности.

Список источников

1. Федосеева, Е. С., Исаков С. Н. Обзор патентов «асбестоцементный лист» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : Материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 599–601.

2. Маслюков Э. С., Бочкарев П. А., Прохоров И. В. Патентный ландшафт вихревых очистителей // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 155–156.

3. Федеральный институт промышленной собственности : [официальный сайт]. URL: https://fips.ru (дата обращения: 11.09.2025).

Научная статья
УДК 681.58

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОГНЕУПОРНОГО КИРПИЧА

Даниил Дмитриевич Рубцов[1], Владимир Яковлевич Тойбич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] super.mozilka@yandex.ru
[2] toibichvyu@m.usfeu.ru

Аннотация. Участок полусухого смешивания входит в состав линии производства огнеупорного кирпича и аналогичных изделий на цементном вяжущем с различными заполнителями. Технологическое оборудование участка состоит из дозаторов, смесителей, затворов, шнековых транспортеров и конвейеров.

Ключевые слова: сырье, дозаторы, смесители, затворы, шнековые транспортеры

Для цитирования: Рубцов Д. Д., Тойбич В. Я. Автоматизация участка изготовления огнеупорного кирпича // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 687–689.

Original article

AUTOMATION OF A REFRACTORY BRICK PRODUCTION SECTION

Daniil D. Rubtsov[1], Vladimir Ya. Toibich[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] super.mozilka@yandex.ru
[2] toibichvyu@m.usfeu.ru

Abstract. The semi-dry mixing section is a part of a production line for refacing bricks and similar products using cement binders with various aggregates. The section's process equipment consists of batchers, mixers, valves, and screw conveyors.

Keywords: basic material, batchers, mixers, valves, screw conveyors

© Рубцов Д. Д., Тойбич В. Я., 2026

For citation: Rubtsov D. D., Toibich V. Ya. (2026) Avtomatizaciya uchastka izgotovleniya ogneupornogo kirpicha [Automation of a refractory brick production section]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 687–689. (In Russ).

Технологическая схема участка смешивания компонентов представлена на рис. 1 [1].



Рис. 1. Общий вид участка полусухого смешивания

Технологический процесс смешивания явно циклический: компоненты отмеряются весовыми дозаторами и поступают в общую емкость для перемешивания, после чего выгружаются на ленту конвейера. На этом цикл замеса заканчивается и начинается новый. Цикл приготовления может быть задержан или даже отменен в случае недостаточного запаса сырья или переполнения приемного бункера.

Дозатор весовой – устройство, дозирующее продукт путем измерения веса продукта. Классическим примером неавтоматического весового дозатора являются весы. Весовой способ дозирования основан на измерении веса продукта и отмеривании его количества в единицах веса. Весовой способ применим к сыпучим продуктам и считается наиболее распространенным. Весовые дозаторы различных конструкций нашли широкое применение в разнообразных технологических процессах. Среди весовых дозаторов особое место занимают дозаторы дискретного действия. Весовые дозаторы подразделяются на механические, электромеханические и электронные. В электронных дозаторах в качестве чувствительных элементов нашли применение тензодатчики и магнитоупругие элементы, не требующие механического движения, как это происходит в механических весах. Весовое

дозирование сыпучих и жидких материалов широко применяют на всех современных установках различной производительности. Количество и вес компонентов зависят от рецепта и колеблются в некоторых пределах. Для поддержания наименьшей длительности цикла желательно, чтобы время загрузки разных компонентов было одинаковым или близким друг к другу. Этого можно добиться, если заставить загрузочные шнековые конвейеры работать с разными скоростями, например, питая двигатели от частотных преобразователей. Таким образом, для автоматизации процесса необходимо применить контроллер, который бы на основании рецепта смеси, показаний весовых дозаторов и вспомогательных датчиков критических значений уровней продукта в бункерах и емкостях вырабатывал сигналы управления скоростью и временем работы шнековых питателей (рис. 2).

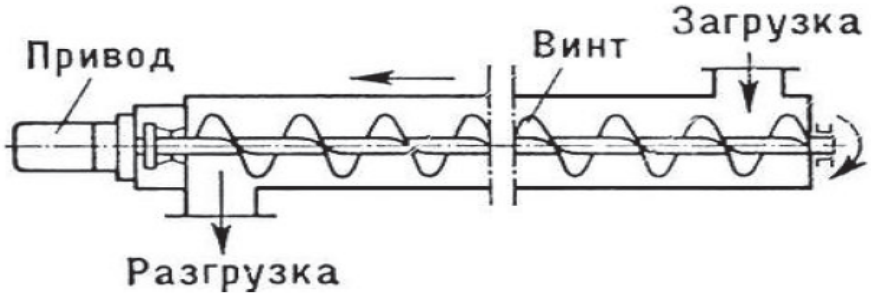


Рис. 2. Схема шнекового питателя

Для управления процессом смешивания был выбран программируемый логический контроллер Delta VP-12SE-11 [2], имеющий достаточное число входов с возможностью расширения.

Список источников

1. Производство и техника безопасности при производстве керамического кирпича // Stud24 : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQjB3 (дата обращения: 05.10.2025).

2. Программируемые логические контроллеры Delta DVP-SS / SA / SX / ES / EX / EH : руководство по эксплуатации // Amitron-ek.ru : [сайт]. 2005. 90 с. URL: https://clck.ru/3RsLmx (дата обращения: 07.02.2026).

Научная статья
УДК 330.47

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ IT-ОТРАСЛИ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА AlgART-TIFF

Евгений Сергеевич Сивков
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
e.s.sivkov@mail.ru

Аннотация. Повышение экономической эффективности IT-компаний, разрабатывающих ПО для обработки больших массивов изображений в микроскопии, биомедицине, материаловедении и т. д. Исследование предлагает внедрение новой Java-библиотеки AlgART-TIFF как инструмента для оптимизации работы с любыми изображениями.

Ключевые слова: библиотека AlgART-TIFF, анализ панорамных изображений, экономическая эффективность

Для цитирования: Сивков Е. С. Повышение экономической эффективности деятельности предприятий IT-отрасли посредством внедрения инструмента AlgART-TIFF // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 690−694.

Original article

INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF IT-ENTERPRISES BY IMPLEMENTING THE AlgART-TIFF TOOL

Evgeny S. Sivkov
Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
e.s.sivkov@mail.ru

Abstract. Improving the economic efficiency of IT-companies developing software for processing large arrays of images in microscopy, biomedicine, materials science, etc. The research proposes the implementation of the new Java library AlgART-TIFF as a tool for optimizing work with any images.

Keywords: AlgART-TIFF library, panoramic image analysis, economic efficiency

© Сивков Е. С., 2026

For citation: Sivkov E. S. (2026) Povy`shenie e`konomicheskoj e`ffektivnosti deyatel`nosti predpriyatij IT-otrasli posredstvom vnedreniya instrumenta AlgART-TIFF [Increasing the economic efficiency of IT-enterprises by implementing the AlgART-TIFF tool]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 690–694. (In Russ).

Библиотека AlgART-TIFF разработана для расширенной поддержки формата tiff, возможность работы с которым позволяет значительно снизить трудозатраты на получение и обработку огромных панорамных изображений вместо отдельных фрагментов изображений, несущих ограниченную информацию; сжатых изображений, потерявших часть информации; фрагментов изображений, склеенных в панораму путем кропотливой работы. Внедрение библиотеки AlgART-TIFF позволяет достичь значительного снижения операционных издержек при работе с массивами изображений.

В работе рассматриваются ключевые экономические показатели: увеличение скорости обработки изображений; снижение требований к вычислительным ресурсам; сокращение затрат на хранение данных; повышение количества полезной информации, извлекаемой из панорамных изображений высокого качества; снижение трудозатрат за счет унификации рабочего процесса и исключения рутинных операций.

Исследовательские центры и лаборатории промышленных предприятий, специализирующиеся на исследовании материалов, проб и препаратов с помощью анализа и обработки изображений в областях микроскопии и материаловедения, сталкиваются с парадоксальной ситуацией. С одной стороны, технологический прогресс в области оптического и электронного оборудования позволяет получать данные беспрецедентного объема и детализации – отдельные изображения могут достигать миллиардов пикселей и занимать до 30 Гб памяти. С другой стороны, управление этими массивами данных превращается в самостоятельную и экономически затратную задачу, снижающую общую эффективность бизнес-процессов и требующую дорогостоящего серверного оборудования.

Традиционно сложившийся технологический цикл анализа изображений, включающий этапы получения данных с таких приборов, их предобработки, распознавания объектов и экспертной оценки, характеризуется значительной фрагментацией. Производители программных продуктов для получения и анализа изображений используют множество проприетарных и стандартных форматов, часто основанных на формате tiff, в то время как программное обеспечение для дальнейшей обработки и вычислений работает со своими внутренними структурами [1, 2]. Это приводит к издержкам на управление сложной структурой данных: результаты разных этапов

анализа (исходные данные, маски, карты классификации) хранятся раздельно, что усложняет их сопоставление и архивацию. Также это приводит к потерям производительности: времени, затрачиваемого специалистами на технические операции с файлами вместо анализа. Каждый этап зачастую использует различные программные решения и форматы хранения информации, что создает «информационные разрывы» между смежными процессами. Особую проблему представляет несовместимость с разнородными форматами данных, генерируемых оборудованием различных производителей. Ограниченность количества битов в пикселе различных форматов также создает немало сложностей [3].

Экономические последствия такой организации проявляются в нескольких аспектах: прямые затраты на приобретение или разработку нескольких разных программных пакетов, их интеграция и мощное аппаратное обеспечение; скрытые потери от неэффективного использования рабочего времени высокооплачиваемых IT-специалистов; риски ошибок при передаче данных между этапами обработки; ограничения масштабируемости бизнес-процессов в IT-компании.

Целью настоящего исследования является комплексная оценка экономической эффективности внедрения библиотеки AlgART-TIFF в бизнес-процессы предприятия, специализирующегося на разработке программного обеспечения для обработки и анализа больших массивов изображений [4]. В рамках достижения поставленной цели предполагается:

1) выявить и систематизировать ключевые экономические проблемы, связанные с обработкой больших изображений, включая прямые и скрытые издержки существующих технологических решений;

2) проанализировать механизмы влияния унификации рабочего процесса на основе библиотеки AlgART-TIFF на основные экономические показатели деятельности IT-предприятия и его конкурентоспособность;

3) количественно оценить эффекты от внедрения решения по следующим направлениям:

– сокращение времени полного цикла анализа изображения;

– снижение операционных затрат;

– оптимизация использования вычислительных ресурсов;

– повышение производительности труда IT-специалистов.

Библиотека AlgART-TIFF предлагает решение перечисленных выше проблем через максимально широкую поддержку формата tiff, включая как современные его спецификации, так и многие проприетарные варианты, порождаемые программным обеспечением приборов. Это позволяет использовать tiff в качестве единого контейнера на всех этапах работы. Ключевым преимуществом является способность библиотеки не только читать, но и гибко записывать данные в формат tiff, обеспечивая совместимость с существующим парком оборудования и программного обеспечения, а также в случае ошибки при съемке, перезаписать нужный фрагмент.

При использовании библиотеки AlgART-TIFF изображения, получаемые с электронных и световых микроскопов, могут быть записаны в форматах tiff, где каждый пиксель можно записать и прочитать с необычной битовой глубиной, например, 1 бит/пиксель, 16 бит/пиксель, 24 бит/пиксель, 32 бит/пиксель и так далее, что позволяет увеличить точность анализа изображения [5]. Для человеческого глаза разница между 32 бит/пиксель и 64 бит/пиксель будет неразличима, но при обработке и анализе изображения может повлиять на результат и уменьшить количество ошибок.

На первом этапе внедрения библиотеки AlgART-TIFF IT-компанией в технологический процесс разработки алгоритмов для получения и анализа изображений было замечено, что возможность инкрементальной записи и модификации отдельных частей изображения позволила разным специалистам работать над одним проектом параллельно, не блокируя друг друга. Это сократило время от получения данных до формирования экспертного заключения и ускорило выполнение полного цикла анализа.

Так как при использовании библиотеки AlgART-TIFF все данные жизненного цикла проекта (сырые данные, результаты предобработки, матрицы распознавания, вещественные характеристики) инкапсулируются в одном файле, это упростило архивацию информации, исключило дублирование служебной информации и снизило затраты на ее хранение. В результате значительно уменьшился риск потери или несоответствия данных и снизились операционные затраты.

Система поддержки пирамид разрешений и тайлового доступа позволила работать с гигапиксельными изображениями на стандартных рабочих станциях без необходимости загрузки всего файла панорамного изображения в оперативную память. Это существенно ускорило процесс анализа и позволило снизить требования к дорогостоящему аппаратному обеспечению.

Учитывая полученные результаты, можно прогнозировать повышение конкурентоспособности данной IT-компании как за счет снижения стоимости аппаратного обеспечения, предлагаемого заказчикам программного обеспечения, так и за счет более высокой скорости выполнения заказов на разработку специализированных алгоритмов для получения и обработки изображений. Количественная оценка такого влияния возможна ориентировочно через год работы отдела продаж. Хотя необходимо будет учесть и другие экономические факторы, влияющие на спрос и изменение объема продаж.

В результате первого этапа внедрения библиотеки AlgART-TIFF в технологический процесс разработки алгоритмов для получения и анализа изображений был получен следующий экономический эффект:

– увеличение скорости обработки изображения в среднем с 5 с на 1 Гб до 1 с на 1 Гб;

– сокращение времени процесса разработки одного алгоритма анализа изображений в среднем с 63 чел./ч до 45 чел./ч;

– сокращение времени использования вычислительных ресурсов в среднем на 19 %;

– повышение производительности труда IT-специалистов в среднем на 25 %.

Список источников

1. Auto Slice & View Software for FIB tomography // Thermo Fisher Scientific : [website]. URL: https://clck.ru/3RQnYP (date of accessed: 25.11.2025).

2. Система передачи и архивации медицинских исследований Softneta MedDream DICOM Viewer // ZEISS : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQnFT (дата обращения: 25.11.2025).

3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 2012. С. 811–902.

4. AlgART-TIFF: library for TIFF support // AlgART : [website]. URL: https://algart.net/java/AlgART-TIFF/ (date of accessed: 20.11.2025).

5. Глубина и квантование цвета // Университет ИТМО : [сайт]. URL: http://aco.ifmo.ru/el_books/image_processing/3_03.html (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 539.621

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ МЕЖДУ ПОЛИУРЕТАНАМИ

Михаил Евгеньевич Сметанин[1], Сергей Николаевич Исаков[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] a28404082@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены области использования полиуретанов. Описана лабораторная установка по определению силы трения. Проведен эксперимент и рассчитаны коэффициенты трения между различными марками полиуретана.

Ключевые слова: сила и коэффициент трения, полиуретан, применение полиуретана

Для цитирования: Сметанин М. Е., Исаков С. Н. Определение коэффициента трения между полиуретанами // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 695–699.

Original article

DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF FRICTION BETWEEN POLYURETHANES

Mikhail E. Smetanin[1], Sergey N. Isakov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] a28404082@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines the applications of polyurethanes. A laboratory setup for determining frictional force is described. An experiment was conducted, and the friction coefficients between different grades of polyurethane were calculated.

Keywords: force and coefficient of friction, polyurethane, polyurethane application

© Сметанин М. Е., Исаков С. Н., 2026

For citation: Smetanin M. E., Isakov S. N. (2026) Opredelenie koe`fficienta treniya mezhdu poliuretanami [Determination of the coefficient of friction between polyurethanes]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 695–699. (In Russ).

Полиуретан был открыт 1937 г. химиков Отто Байер, но широкое распространение он получил в 60-х гг. XX в. [1]. Полиуретан – это вещество из семейства полимеров, получается с помощью реакции соединения простых и сложных полиэфиров и диизоциантов, а также наполнителей и красителей. Соотношение компонентов определяет структуру и свойства материала.

Полиуретан благодаря своим свойствам применяют в различных отраслях [2]:

– тяжелая промышленность (ролики, втулки, виброизоляторы, шкивы и ремни, валы и т. д.);

– строительство (теплоишумоизоляция, герметики, монтажные пены, гидроизоляция, декор стен и наливные полы);

– автомобилестроение (кузовные части и элементы автомобиля: втулки, уплотнения и др.);

– медицина (эндропротезы, импланты, стоматологические конструкции, мембраны, перчатки, стельки и др.);

– легкая промышленность (эластичные ткани, элементы обуви и белья, упаковка и др.);

– мебельная индустрия (крепеж, наполнения, декор, фурнитура, клеи, пропитки и т. д.).

В целлюлозно-бумажной промышленности – широкое применение полиуретана в виде покрытия валов и роликов «обрезиновка», которые не только поддерживают бумагу (полотно, сукно, сетку) но и являются приводными, поэтому надо знать коэффициент трения.

Коэффициент трения определяется на лабораторной установке ТММ-32 [3–5], которая представлена на рис. 1.

Основной частью установки является каретка *3*, имеющая поступательное движение на роликах *2* по основанию *14*. Движение каретки осуществляется при помощи бесконечного троса *21*, запасованного на ролики *18* и *22*. Ролик *22* приводится во вращение от реверсивного электродвигателя через червячный редуктор. На каретке *3* крепятся сменные плиты *4*, выполненные из различных марок полиуретана. Верхняя часть и служит одной из плоскостей трения. На плиту устанавливается испытуемый образец с грузом *5*. Основания *6* образца – сменные диски, выполненные из разных марок полиуретана. Их нижняя поверхность служит второй плоскостью трения. Для выверки плоскости трения в горизонтальное положение основание снабжено

установочными винтами *17*. Образец *5* перемещается с помощью жесткого троса *8*, прикрепленного к плоской пружине *9*, закрепленной на кронштейне *12*. К кронштейну *12* прикреплен также индикатор часового типа *13*, который измеряет отклонение пружинки. При движении каретки *3* влево образец *5*, лежащий на каретке, стремится сдвинуться вместе с кареткой и тянет за собой через трос *8* и плоскую пружину *9*. Она начинает изгибаться, развивает усилие, которое удерживает образец *5* на месте, при этом образец *5* скользит по плите *4*.

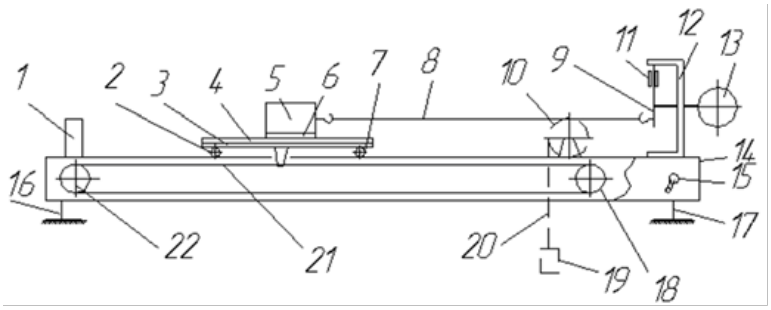


Рис. 1. Схема установки ТММ-32:
1 – упор каретки; *2*, *7* – ролики каретки; *3* – каретка; *4* – сменные плиты;
5 – образец; *6* – основание каретки; *8* – трос; *9* – плоская пружина; *10* – барабан;
11 – подвес пружины; *12* – кронштейн; *13* – индикатор часового типа;
14 – основание; *15* – стопор; *16*, *17* – установочный винт; *18*, *22* – ролики пассика;
19 – груз; *20* – бесконечный трос; *21* – пассик

Расчет проводился по классической формуле определения коэффициента трения $f_{тр}$

$$f_{mp} = \frac{F_{mp}}{N},$$

где $F_{тр}$ – сила, требуемая для движения тела, т. е. сила трения Н;

N – реакция опоры, Н.

Реакция опоры определяется как сумма массы груза и образца, умноженная на ускорение свободного падения.

Отсчет показания шкалы индикатора в миллиметрах по вспомогательной таблице переводится в ньютоны и дает величину силы трения. В силу скачкообразного характера трения и изменчивости его величины для различных участков плоскости плиты *4* отсчет значений величины силы трения визуально по шкале индикатора *13* сделать не удается. Стрелка индикатора *13* довольно быстро колеблется в некотором диапазоне шкалы. Можно отметить крайние положения стрелки и соответствующее им среднее положение, следовательно, по индикатору *13* можно определить только среднее значение силы трения.

Исследуемые образцы – 4 разных марок полиуретана (рис. 2). Они отличаются по цвету и условно будут отличаться: прозрачный (Пр), желтый (Ж), белый (Б), красный (К).



Рис. 2. Образцы: две пластины (Ж и К), четыре диска (К, Ж, Б и Пр)

При измерении силы трения наблюдались ее колебания. Это связываем с автоколебаниями, непостоянством (отклонением) геометрии и др. В таблице представлены минимальные, максимальные и средние коэффициентов трения.

Коэффициент трения (минимальный, максимальный
и средний различным парам трения)

Диск	Пластина	Коэффициенты трения		
		Мин.	Макс.	Среднее
Пр	Ж	0,78	0,83	0,81
Пр	К	0,63	0,69	0,66
Б	Ж	0,53	0,57	0,55
Б	К	0,27	0,35	0,31
Ж	Ж	0,63	0,70	0,66
Ж	К	0,85	0,91	0,88
К	Ж	0,56	0,71	0,63
К	К	0,27	0,30	0,29

По логике коэффициент трения должен зависеть от твердости. Чем выше жесткость, тем меньше вминается тело в тело и меньше «бурт», который надо преодолеть, чтобы сдвинуться. Есть нюанс: более мягкое тело «подстроится» и изогнется, чтобы максимально увеличить площадь соприкосновения. Это увеличит площадь (количество участков), на которой будут образовываться межатомные силы между различными телами. Будет увеличиваться адгезионная составляющая силы трения.

Найдем зависимости коэффициента трения и твердости полиуретана и представим зависимости в виде графиков (рис. 3).

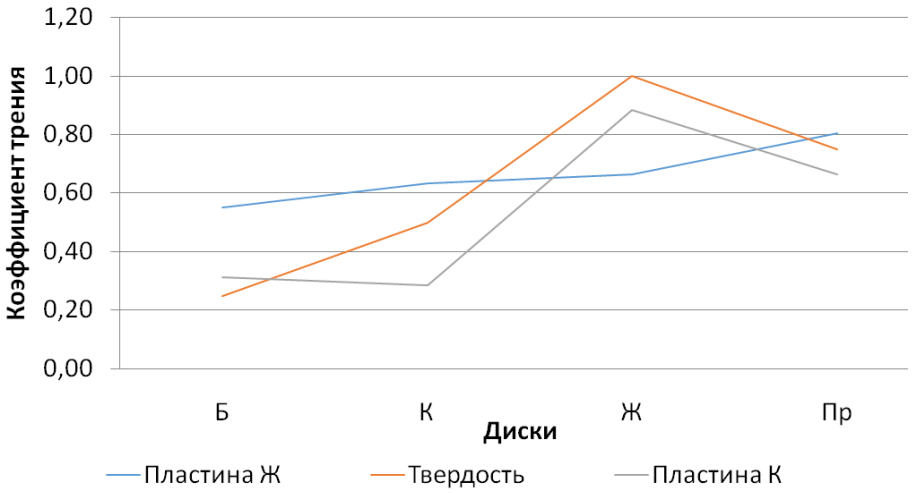


Рис. 3. Графики зависимости коэффициента трения и твердости

В целом зависимость подтвердилась (тренд восходящий). Ожидалось, что трение на одинаковых полиуретанах будет повышено, но пока не подтвердилось.

В статье определены коэффициенты трения для пар трения «полиуретан-полиуретан» различных марок. Но в реальном производстве контакт идет с сеткой, суком и бумагой, а еще присутствует налипание пыли и частичек на поверхности или влажность поверхностей. Но эти факторы будут учтены в следующих исследованиях.

Список источников

1. История появления полиуретана, кто изобрел // Эластопласт : [сайт]. URL: https://elastoplast.pro/articles/istoriyapoyavleniya-poliuretana (дата обращения: 14.11.2025).

2. Что такое полиуретан и где его применяют // СИБУР : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQuRz (дата обращения: 14.11.2025).

3. Габайдуллина Э. И. Изучение граничного трения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы X Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». Екатеринбург : УГЛТУ, 2014. С. 215–218.

4. Санников А. А., Исаков С. Н. Лабораторные работы по трибологии и триботехнике : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений 15.03.02, 23.03.02, 190109. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 46 с.

5. Ковалев К. И., Стафейчук Е. А., Исаков С. Н. Влияние обезжиривания поверхности на коэффициент трения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIV Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». Екатеринбург, 2018. С. 272–275.

Научная статья
УДК 647.812.06.02

ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ «ЦЕЛЬ – СРЕДСТВА» ДЛЯ АНАЛИЗА ПАТЕНТОВ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Максим Андреевич Стамиков[1], Сергей Николаевич Исаков[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] Stamikow2006@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье сделан анализ патентов подшипников скольжения, определены цели создания новых конструкций и средства достижения технического результата.

***Ключевые слова*:** подшипник скольжения, сказка подшипника, грузоподъемность подшипника, надежность подшипника

Для цитирования: Стамиков М. А., Исаков С. Н. Построение матрицы «цель – средства» для анализа патентов подшипников скольжения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 700–702.

Original article

CONSTRUCTION OF THE “GOAL – MEANS” MATRIX FOR ANALYZING SLIDING BEARING PATENTS

Maxim A. Stamikov[1], Sergey N. Isakov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] Stamikow2006@gmail.com
[2] isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. The article analyzes the patents of sliding bearings, defines the goals of creating new designs and the means of achieving technical results.

Keywords: sliding bearing, bearing lubrication, bearing capacity, bearing reliability

For citation: Stamikov M. A., Isakov S. N. (2026) Postroenie matricy “cel`-sredstva” dlya analiza patentov podshipnikov skol`zheniya [Construction of the

© Стамиков М. А., Исаков С. Н., 2026

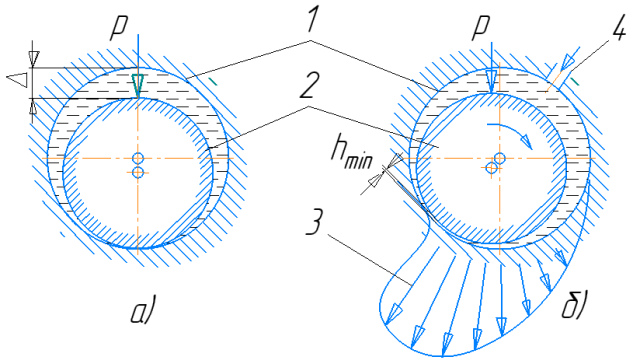
“goal – means” matrix for analyzing sliding bearing patents]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 700–702. (In Russ).

Подшипники скольжения благодаря своим преимуществам находят широкое применения в технике. Но конструкция имеет определенные минусы, от которых пытаются постоянно избавиться (уменьшить), улучшая уже имеющиеся конструкции и создавая новые. Эти идеи оформляются в виде патентов, которые и были проанализированы и сведены в таблицу.

Матрица «цель-средства» патентов подшипников скольжения

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">Цели</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Средства</td><td></td><td>Увеличение несущей способности</td><td>Увеличение ресурса (долговечность)</td><td>Надежность</td><td>Уменьшение энергозатрат</td><td>Упрощение монтажа или изготовления</td><td>Уменьшение массо-габаритных характеристик</td></tr>
<tr><td>Изменение системы смазки</td><td colspan="2">RU 2 445 520
RU 95 105 704
RU 2 296 250</td><td>RU 2752 741
RU 172 432</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Изменение геометрии и конструкции</td><td>–</td><td colspan="2">RU 2 688 550
RU 2 055 719
RU 2 240 880</td><td>RU 2 538 494
RU 2 489 614
RU 2 575 550
RU 2 442 035</td><td>RU 202 245
RU 99 558
RU 191 935</td><td>RU 2 583 984</td></tr>
<tr><td>RU 95 106 527</td><td>RU 95 104 557</td><td>RU 214 097
RU95106527</td><td>RU 2 472 045</td><td colspan="2">RU 2 269 683</td></tr>
<tr><td>–</td><td>RU 2752741</td><td colspan="2">RU 94040406
RU 110 437</td><td>–</td><td>–</td></tr>
</table>

Рассмотрим конструкцию классического подшипника скольжения [1]. В цилиндрический подшипник *1* устанавливается цапфа вала *3* с зазором Δ (рисунок, *а*) и внутренний объем заполняется маслом.



Теория работы подшипника скольжения:
1 – корпус подшипника; *2* – цапфа вала;
3 – эпюра давления; *4* – подача масла в подшипник

Под действием силы тяжести и внешней нагрузки цапфа опускается в нижнее положение. При вращении цапфы масло, затягиваясь в зазор между ним и корпусом подшипника, образует масленый клип. Зазор увеличивается h_{min}, и цапфа «всплывает». В масле повышается давление согласно эпюре (рисунок, *б*). Давление поддерживается тем, что вязкость препятствует растеканию масла в осевом и окружном направлениях. Утечки масла через уплотнения и зазоры компенсируются подачей (*4*).

Рассмотрено 25 патентов, построена матрица «цель-средства». Анализ показал, что 25 % изобретений связаны с улучшением смазки, например:

– 16 % на увеличение несущей способности;

– 9 % на уменьшения размеров;

– 16 % направлены на упрощение монтажа или изготовления;

– 32 % направлены на увеличение ресурса;

– 36 % направлены на увеличения надежности;

– 28 % направлены на уменьшения трения и энергозатрат.

Данный подход иногда еще называют «Патентный ландшафт» [2, 3]. Его можно использовать для прогнозирования дальнейшего использования данного узла, так как он основан на поиске путей улучшения существующих конструкций.

Используя этот подход, можем сказать, что развитие конструкции подшипников скольжения будет направлено на увеличение надежности и увеличение ресурса (36 % и 32 % в обзоре матрицы).

Список источников

1. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 2 / под ред. П. Н. Учаева. 3-е изд., исправл. М. : Машиностроение, 1988. 544 с.

2. Маслюков Э. С., Бочкарев П. А., Прохоров И. В. Патентный ландшафт вихревых очистителей // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 155–156.

3. Федосеева Е. С., Исаков С. Н. Обзор патентов «асбестоцементный лист» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : Материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 599–601.

Научная статья
УДК 630.161:629.73

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Яков Александрович Тихонов[1], Александр Витальевич Лубенцов[2]
[1, 2] Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Воронеж, Россия
[1, 2] lubensov@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена использованию беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния лесного хозяйства. Современные технологии, применяемые в области дистанционного зондирования, позволяют эффективно обследовать большие территории, обеспечивая высокую точность и оперативность сбора данных. Использование БПЛА значительно снижает затраты.

Ключевые слова: мониторинг, беспилотные летательные аппараты, оценка, контроль

Для цитирования: Тихонов Я. А., Лубенцов А. В. Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния лесного хозяйства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 703–707.

Original article

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR MONITORING FORESTRY CONDITIONS

Yakov A. Tikhonov[1], Alexander V. Lubentsov[2]
[1, 2] Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia
[1, 2] lubensov@mail.ru

Abstract. The research is devoted to the use of unmanned aerial vehicles for monitoring of forestry conditions. Modern technologies used in the field of remote sensing make it possible to effectively survey large areas, ensuring high accuracy and efficiency of data collection. Using UAVs significantly reduces costs.

Keywords: monitoring, unmanned aerial vehicles, assessment, control

© Тихонов Я. А., Лубенцов А. В., 2026

For citation: Tikhonov Ya. A., Lubentsov A. V. (2026) Ispol`zovanie bespilotny`x letatel`ny`x apparatov dlya monitoringa sostoyaniya lesnogo xozyajstva [Use of unmanned aerial vehicles for monitoring forestry conditions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 703–707. (In Russ).

В настоящее время необходимо с определенной периодичностью отслеживать и держать под контролем состояние лесного хозяйства. Такой вид деятельности нужен для возможности установить точный размер ежегодного пользования лесом, а также для того, чтобы определить его состояние в текущий момент. За последнее время качественное состояние лесов ухудшилось, как и их размеры. Однако леса все еще занимают большую площадь России, в связи с чем возникает трудность осуществлять постоянный мониторинг их состояния. В современном мире стали все больше использовать беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в различных целях, в том числе и в рассматриваемом направлении. Причем данный способ мониторинга является одним из наиболее эффективных в настоящее время [1].

Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга

Исходя из условий и особенностей решаемой задачи, используют разные беспилотные воздушные судна (далее – БВС). Их можно различать как по конструкции, так и по назначению. В рассматриваемой сфере чаще всего используют легкие БПЛА массой до 30 кг. Благодаря оснащенности электродвигателями стали возможны полеты продолжительностью в 30…50 мин. Если необходимы длительные полеты до 8…10 ч, используют аппараты самолетного типа, например, Геоскан 701. В нем находится двигатель внутреннего сгорания, что позволяет так долго функционировать. Рассмотренные дроны применяются для аэрофотосъемки. Их применение особенно эффективно на труднодоступных участках леса либо в случае необходимости длительных полетов, например, для контроля степени распространения лесного пожара. Существуют также БВС, предназначенные для транспортировки грузов. Это открывает возможность скорой доставки требуемого оборудования на различную дистанцию в случае срочной необходимости.

Вернемся к вопросу мониторинга состояния лесов. В современном мире технологий существует Лидар – дополнительный элемент, прикрепляемый к корпусу дрона. Он представляет собой лазерный сканер, предназначенный для точного зондирования территории с воздуха. Также Лидар может применяться для создания цифровой модели местности либо рельефа леса: необходимая информация получается по результатам сканирования

Лидаром выбранной территории. А использование мультиспектральных камер позволит отследить места засухи или переувлажнения леса, возможные болезни деревьев или лесных вредителей. Причем при использовании беспилотника на реализацию данного процесса понадобится всего несколько часов. Осуществление съемки в инфракрасном диапазоне дает возможность определить состав пород, источники распространения вредителей, масштабность вырубки лесов.

Теперь рассмотрим возможность применения беспилотных летательных аппаратов в чрезвычайных ситуациях. В случае возникновения пожара в лесу давно используют дроны с целью обнаружения очага возгорания. Но это не предел возможностей их применения. В 2020 г. китайская компания QilingUAV разработала беспилотник JS260, способный тушить пожар благодаря наличию двух емкостей с водой. Данный аппарат оснащен двумя двигателями, функционирующими за счет расходования бензина. Он имеет винты диаметром 3,6 м. Дрон способен выдержать до 100 кг полезного груза, а также покрыть водой до 50 м^3 леса [2].

Как нестандартное решение можно выделить разработку инженеров США. Они создали дрон, способный тушить пожары в степях. Главной особенностью является способ осуществления процесса пожаротушения – вместо применения воды беспилотник использует поджог. За счет создания искусственного пожара специалисту удастся остановить движение встречного степного, что значительно сократит силы и время, необходимые на устранение проблемы.

Не стоит забывать, что в настоящее время помимо беспилотных летательных аппаратов, также активно развивается и постепенно внедряется в различные сферы деятельности человека искусственный интеллект. Использование дронов и AI в комплексе значительно улучшает эффективность выполнения работы в рассмотренных ранее аспектах. Современные AI-технологии благодаря результатам аэрофотосъемки позволяют использовать полученные фото и видео для нахождения и определения количества растительности в выбранной местности. С помощью искусственного интеллекта можно также осуществить подсчет и дать оценку плотности лесов, а также провести сравнительный анализ с прошлыми результатами. Наиболее известная в данной сфере технология YOLOv8 универсальна в области обучения нахождению определенных объектов, работе с изображениями, имеющими довольно высокое разрешение. YOLOv8 позволяет выделять типы растительного покрова местности: густые леса, разреженная растительность или вырубленная территория, для дальнейшей оценки размерности площади вырубленных лесов и в том числе для определения районов с видимыми признаками их нахождения в зоне риска [3].

Технологии искусственного интеллекта способны также осуществлять мониторинг лесов на возникновение дыма или каких-либо еще признаков возгорания. За счет одновременного изучения большой территории AI опре-

деляет угрозу возгорания намного эффективнее человека. Еще большая скорость в данном виде деятельности будет достигнута при совместной работе человека и AI-технологий. Данным способом допустимо и осуществление контроля за браконьерством.

При осуществлении мониторинга состояния лесного хозяйства для выявления пожаров и борьбы с вырубкой леса с помощью технологий искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов можно наблюдать ряд преимуществ [4]:

– незамедлительное вмешательство благодаря скорому обнаружению проблемы;

– постоянный мониторинг с помощью технологий AI;

– эффективность в экономическом плане при рассмотрении затрат на долгосрочной перспективе.

Как на начальном этапе, так и в дальнейшем использовании рассматриваемого комплекса технологий можно столкнуться с некоторыми проблемами:

– большие затраты на старте развития в данной сфере;

– получение ложных результатов, особенно на первоначальном этапе, когда искусственный интеллект еще не развит до идеала;

– климатические факторы, например, стихийные бедствия, затрудняющие возможность применения беспилотников.

Заключение

Таким образом, БПЛА представляют собой перспективный инструмент для устойчивого управления лесными ресурсами и могут внести значительный вклад в развитие современных подходов по охране окружающей среды. В дальнейшем необходимо продолжать исследование и совершенствование технологий, а также внедрять новые методы анализа данных, чтобы максимизировать потенциал использования БПЛА в лесном хозяйстве [5].

Можно сделать вывод о том, что применение беспилотных летательных аппаратов в сфере лесного хозяйства способно обеспечить большую эффективность в мониторинге местности, проведении детального анализа по определению состояния лесов, транспортировке некоторых грузов в случае срочной необходимости. Такая технология, как аэрофотосъемка, позволит обеспечить контроль за лесопатологическими изменениями. Совместное использование БПЛА с искусственным интеллектом также обеспечивает эффективность в борьбе с вырубкой лесов, обнаружении и скором устранении пожаров и даже ликвидации браконьерства [1].

Список источников

1. Использование ИИ для борьбы с вырубкой лесов // Ultralytics : [сайт]. URL: https://www.ultralytics.com/ru/blog/harnessing-ai-to-combat-deforestation (дата обращения: 23.11.2025).

2. Хлюстов В. К., Хлюстов Д. В. Беспилотные решения для современного лесоводства // Geoscan : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQzK4 (дата обращения: 23.11.2025).

3. Использование беспилотников в лесном хозяйстве // Aeromotus : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQzUj (дата обращения: 23.11.2025).

4. Скоро они заменят вертолеты и самолеты: дроны будут помогать людям тушить пожары // TravelAsk : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RQzZC (дата обращения: 23.11.2025).

5. Лубенцов А. В., Юркина К. Д. Современные методы борьбы с беспилотными летательными аппаратами на охраняемых объектах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 643–647.

Научная статья
УДК 006.74

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В КЛАССИФИКАЦИИ И КОДИРОВАНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

Мария Владимировна Ульянова[1], Александр Валентинович Шустов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ulanovamaria6666@gmail.com
[2] shustovav@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены новая современная классификация и кодирование российской дорожно-строительной техники и оборудования.

Ключевые слова: автоматизация, кодирование, классификация

Для цитирования: Ульянова М. В., Шустов А. В. Анализ изменений в классификации и кодировании дорожно-строительной техники и оборудования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 708–711.

Original article

ANALYSIS OF CHANGES IN THE CLASSIFICATION AND CODING OF ROAD CONSTRUCTION MACHINERY AND EQUIPMENT

Maria V. Ulyanova[1], Alexander V. Shustov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ulanovamaria6666@gmail.com
[2] shustovav@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses a new modern classification and coding of Russian road construction machinery and equipment

Key words: automation, coding, classification

For citation: Ulyanova M. V., Shustov A. V. (2026) Analiz izmenenij v klassifikacii i kodirovanii dorozhno-stroitel`noj texniki i oborudovaniya [Analysis of changes in the classification and coding of road construction machinery and equipment]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the

© Ульянова М. В., Шустов А. В., 2026

XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 708–711. (In Russ).

В области технического регулирования, стандартизации, подтверждения соответствия (декларирования и сертификации) важную роль играют классификация и кодирование промышленной продукции. Общероссийские классификаторы являются важным инструментом деятельности по стандартизации и разработаны на основе мирового опыта технического регулирования.

Госстандартом России приняты и действуют десятки классификаторов, охватывающих разные сферы деятельности общества, экономики и техники.

Работы по кодированию и классификации технико-экономической и социальной информации необходимы в финансовой деятельности, банковском деле, производстве продукции и оказании услуг, транспорте, торговле и внешнеэкономической деятельности. Данные работы осуществляются с целью унификации информационного обеспечения процессов хозяйственной деятельности, автоматизированного учета изделий и товаров, для статистического учета в разных сферах.

В работах [1, 2] рассмотрены особенности классификации и кодирования в области транспортных систем, деревообработке и лесном комплексе.

В сфере дорожного строительства, дорожно-строительной техники и оборудования до 01.01.2017 г. действовал «Общероссийский классификатор продукции. ОКП ОК 005-93» с кодированием по 6-ти цифрам с разделением на классы, подклассы, группы и виды продукции [3].

Например, Машины для землеройных и мелиоративных работ имели код 481000 с группами 481100 Экскаваторы, 481200 Бульдозеры, 481400 Машины планировочные, которые имели 8 уточняющих кодов с видами 481410 Автогрейдеры, 481430 грейдеры-элеваторы, 481491 машины фрезерные.

Подкласс 482000 имели Машины дорожные с группой 482100 и видами 482120 Автобитумовозы, 482150 Автогудронаторы, группой 482200 Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов с подгруппой 482220 Машины для строительства дорог одним из 9-ти видов 482224 Фрезы дорожные на тракторах.

В настоящее время действует новый «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) ОК 034–2014 (КПЕС 2008)», утвержденный Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст в редакции от 04.02.2022 [4].

Классификатор имеет более сложную и информативную систему кодирования с использованием латинских букв и 9-ти цифр.

Дорожно-строительная техника и оборудование попадают в буквенный код С. Продукция обрабатывающих производств с цифровыми кодами – 28 и 29.

Код 28 (Машины и оборудование) содержит 9 уточняющих (дочерних) кодов. Код 28.9 (Оборудование специального назначения) имеет 7 уточняющих кодов. Код 28.92 (Оборудование для строительства) содержит 7 дочерних кодов. Код 28.92.2 (Машины для планирования, скреперных и грейдерных работ, выемки, трамбовки) имеет 9 дочерних кодов.

Некоторые из них: 28.92.21 Бульдозеры с уточнением 28.92.21.110 Бульдозеры на гусеничных тракторах; 28.92.21.120 Бульдозеры на колесных тракторах и тягачах; 28.92.22 Грейдеры и планировщики самоходные; 28.92.24 Машины трамбовочные и дорожные катки самоходные с уточнением 28.92.24.120 Катки дорожные; 28.92.26 присвоен Экскаваторам и погрузчикам с дочерним кодом 28.92.26.120 Погрузчики полноповоротные ковшовые. Последний 9-й уточняющий код 28.92.29.000 имеют Автомобили-самосвалы, предназначенные для использования в условиях бездорожья, что очень важно при строительстве дорог в условиях России. Третья группа дорожно-строительной техники Машины для выемки грунта и строительства имеет код 28.92.3 или 28.92.30 и содержит 8 дочерних кодов: 28.92.30.120 Молоты сваебойные; 28.92.30.160 Машины для укладки гравия на дороге, для поливки и пропитки поверхности дорог битумными материалами; 28.92.30.170 Асфальтоукладчики и другие. Код 28.92.5 имеют Тракторы гусеничные.

Помимо продукции в группе С под кодом 28 строительные машины, оборудование и электронные системы попали под код 29 Средства автотранспортные, прицепы и полуприцепы с уточняющим кодом 29.10 Средства автотранспортные. Это 29.10.41.120 Автосамосвалы с дизельным двигателем, 29.10.59.111 Автоцементовозы, 29.10.59.112 Автобитумовозы, 29.10.59.113 Автобетоновозы и 29.10.59.114 Автогудронаторы. Отдельно выделены 29.10.59.320 Снегоочистители: 29.10.59.321 Роторные и 29.10.59.322 Плужные. Наконец, в Классификаторе представлены электронные системы наблюдения и предупреждения для колесных транспортных средств, тракторов и дорожно-строительной техники: 29.32.30.345 Электронные системы предупреждения об опасном сближении, 29.32.30.347 Электронные системы электронных зеркал и 29.32.30.348 Электронные системы кругового видеонаблюдения.

Заключение

Классификация и кодирование оборудования, электронных систем, дорожно-строительной техники очень важны для унификации информационного обеспечения и автоматизированного учета.

Список источников

1. Шустов А. В., Шустов М. А. Совершенствование классификации промышленной продукции и услуг в области транспортных систем // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XIII международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 487–489.

2. Шустов А. В. Развитие классификации продукции в деревообработке и лесном комплексе // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XX1 века. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 93–95.

3. ОК 005-93. Общероссийский классификатор продукции : утв. Постановлением Госстандарта России от 30.12.1993 № 301 (ред. от 22.10.2014, с изм. от 29.09.2016). Введен 01.07.1994 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12618/ (дата обращения: 15.11.2025).

4. ОК 034-2014 (КПЕС 2008). Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2) : утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст. Введен 01.02.2014 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RR4vD (дата обращения: 15.11.2025).

Научная статья
УДК 630.52:587/588

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО СОКОДВИЖЕНИЯ В ДЕРЕВЕ НА ОСНОВЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

Анастасия Сергеевна Хлебникова[1], Сергей Петрович Санников[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] lorial2016@yandex.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье представлен анализ современных методов измерения сокодвижения в древесных растениях. Рассмотрены основные принципы и подходы к измерению ксилемного потока. Предложена концепция электронного измерительного устройства, построенного на методе распространения электромагнитных волн по направлению ксилемного потока. Данные методы и устройства позволяют обеспечить мониторинг состояния лесных экосистем и древостоев.

Ключевые слова: дерево, сокодвижение, мониторинг, измерение, проблемы

Для цитирования: Хлебникова А. С., Санников С. П. Электронное измерительное устройство сокодвижения в дереве на основе скорости распространения электромагнитной волны // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 712–716.

Original article

AN ELECTRONIC MEASURING DEVICE FOR SAP FLOW IN A TREE BASED ON ELECTROMAGNETIC WAVE PROPAGATION VELOCITY

Anastasia S. Khlebnikova[1], Sergey P. Sannikov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] lorial2016@yandex.ru
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The article presents an analysis of modern methods for measuring sap flow in woody plants. The basic principles and approaches to measuring

© Хлебникова А. С., Санников С. П., 2026

xylem flow are considered. The concept of an electronic measuring device based on the method of propagation of electromagnetic waves in the direction of the xylem flow is proposed. These methods and devices make it possible to monitor the state of forest ecosystems and forest stands.

Keywords: tree, sap flow, monitoring, measurement, problems

For citation: Khlebnikova A. S., Sannikov S. P. (2026) E`lektronnoe Izmeritel`noe ustrojstvo sokodvizheniya v dereve na osnove skorosti rasprostraneniya e`lektromagnitnoj volny` [An electronic measuring device for sap flow in a tree based on electromagnetic waves propagation velocity]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 712–716. (In Russ).

Сокодвижение в дереве – это перемещение воды и растворенных в ней питательных веществ от корней к кроне (восходящий ток) и из листьев к корням (нисходящий ток). Является важным процессом обмена веществ, формирования новых клеток древесины и пр. Восходящие потоки идут по тканям древесины (ксилеме) ствола и ветвей, а нисходящие потоки – по тканям коры (флоэме). По клеткам ксилемы в древесине вода с минеральными солями поднимается вверх, через ветви к листьям, где происходит ее испарение через устьица. Органические вещества, вырабатываемые в ходе фотосинтеза, образуют поток углеводов, которые перемещаются вниз по стволу дерева, как показано на рис. 1.

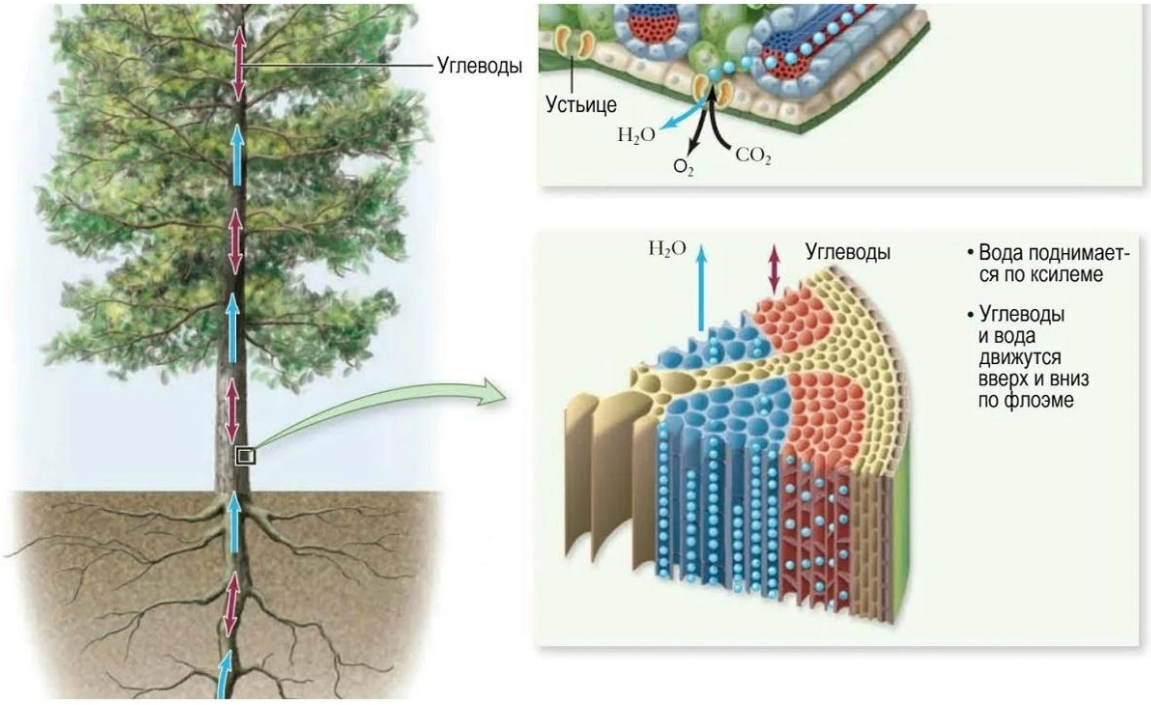


Рис. 1. Схема сокодвижения в дереве

Механизм сокодвижения сложен и до конца не изучен. В учебниках описаны некоторые предположения ученых как это происходит. Поднять влагу на 25…30 м из почвы через корни до листьев, хвои кроны с физической точки зрения не просто, но природа это умеет делать. Специалистам лесного хозяйства необходимы приборы, измеряющие сокодвижение в стволе дерева, сучьях и в другой растительности для мониторинга состояния последних.

Для решения этой проблемы посвящена данная работа, в которой сделан анализ существующих методов и способов построения (разработки) измерительных устройств, что является *целью* статьи.

На основании сформулированной цели по разработке концепции электронного измерительного устройства сокодвижения в дереве поставлены следующие *задачи*:

1) сделать анализ существующих методов и средств измерения сокодвижения в растительности;

2) разработать структурную схему.

Анализ существующих методов и средств измерения сокодвижения

Аналитический обзор опубликованных материалов показал, что для сокодижения воды в растительности в лабораторных условиях используют различного типа установки по исследованию соматического давления в клетках (капиллярах) древесины, т. к. данный механизм хорошо изучен. Сложности заключаются в том, чтобы получить стенку клетки ксилемы у свежей древесины, которая получается очень малых размеров, поэтому чаще всего моделируют этот процесс или в качестве мембраны используют несколько слоев клеток на срезе древесины, а затем делают перерасчет скорости потока жидкости.

Измерение осмотического давления π основано на широко известном законе Вант-Гоффа

$$\pi = C \cdot R \cdot T,$$

где C – молярная концентрация растворенного вещества, выраженная через комбинацию основных единиц СИ, то есть в моль/м^3;

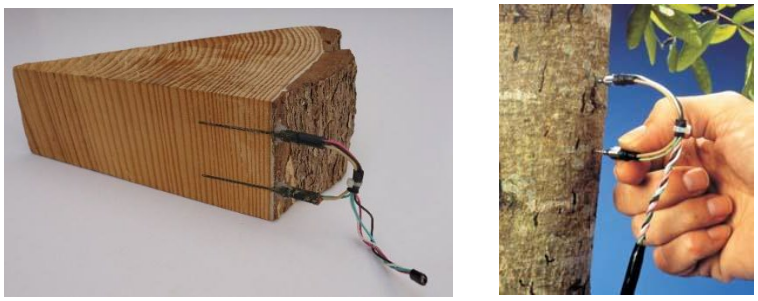
R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура.

Для измерения осмотического давления почвенного раствора в своей работе Р. И. Зайцева и А. С. Фрид использовали лабораторный криоскоп, где температуру измеряли термометром Бекмана [1].

Из формулы и предыдущей работы видно, что температура жидкости в капиллярах клеток древесины играет определенную роль, поэтому группа ученых в работе [2] рассмотрела методы и применяемые средства измерения сокодвижения по тепловым полям, которые распространяются как в направлении потока, так и против него. Основной причиной сокодвижения считается осмотическое давление (минимальное давление, которое необходимо

приложить к раствору, чтобы остановить поток молекул растворителя через полупроницаемую мембрану клетки древесины): восходящий ток происходит из-за отрицательного давления, создаваемого листьями (хвоей) во время транспирации, что приводит к натяжению непрерывного столба воды в ксилеме. Если во время перемещения молекул растворителя через полупроницаемую мембрану изменить температурный фон, то физическое состояние молекул изменится на некоторую величину. Величина изменения будет пропорциональна изменению количества теплоты извне. На этом построены все методы, рассмотренные в работе [2], с той разницей, что в одном случае измеряется время переноса количества тепла, в другом – потеря количество теплоты, в третьем – ширина теплового поля. Принцип работы этих методов показан на рис. 2 [3].



а *б*

Рис. 2. Расположения датчиков на стволе дерева:
а – в разрезе; *б* – снаружи

Нагревательный элемент может располагаться между датчиками или внутри верхнего датчика, как показано на рис. 2.

Еще один способ измерения скорости потока предлагаемый, например, в работе Ритеша Кумара «Проблемы и достижения в области измерения сокодвижения в сельском хозяйстве и агролесоводстве: обзор работ с акцентом на ядерный магнитный резонанс» [3]. Принцип работы построен на том, что каждое ядро атома любого химического элемента имеет свой собственный резонанс колебаний в однородном магнитном поле. В исходном состоянии ядро занимает положение в пространстве в соответствии с направлением силовых магнитных линий, т. е. вектор намагниченности атома совпадает с этими линиями. Чтобы изменить направленность вектора намагниченности атома, его нужно «раскачать», воздействуя на него внешним импульсом магнитного или электрического поля, перпендикулярного исходному. Затем при помощи чувствительного сенсора измерить параметры и направление колебаний возбужденного атома.

Если колебания возбужденного атома находятся под действием осмотического давления и перемещаются в потоке сока древесины, то это воздействие будет препятствовать его собственным колебаниям. Измеренная величина будет пропорциональна силе воздействия на атом вещества,

в данном случае это атомы молекулы воды, будет пропорциональна скорости сокодвижения. Для изготовления измерителя сокодвижения потребуется сильное магнитное поле по диаметру ствола дерева.

Концепция электронного измерительного устройства

Сделанный выше анализ показал, что самым чувствительным может оказаться измеритель с ядерно-магнитным резонансом. Измеритель, изготовленный на использовании тепловых полей, работает, он инерционен в сравнении с предыдущим и требует индивидуальной настройки для каждого дерева, т. к. плотность, а также теплопроводность древесины различается друг от друга. Измерители сокодвижения, построенные на осмосе, мало изучены, и практических материалов нами не найдено, хотя лабораторные модели измерителей сокодвижения есть и результаты подтверждаются.

Нами предлагается новый принцип измерения сокодвижения с применением электромагнитной энергии высокой частоты в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц и выше. Длина волны в пределах 1 мм потребует меньшей мощности и времени на нагрев атомов воды и на раскачку их в электрическом поле. Внешний вид измерительного датчика представлен на рис. 3. Чувствительным элементом являются индуктивные катушки, расположенные внутри полой иглы.

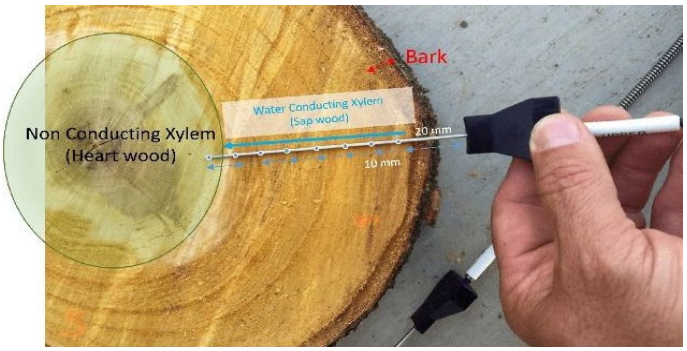


Рис. 3. Структурная схема датчика измерения влажности воздуха в лесу

Заключение

Представленная разработка выполнена на основе результатов, полученных при анализе методов измерения сокодвижения.

Список источников

1. Зайцева Р. И., Фрид А. С. Измерение осмотического давления почвенного раствора криоскопическим методом и его метрологическая характеристика // Почвы и окружающая среда. 2018. Т. 1, № 3. С. 180–186.

2. Methods to Estimate Sap Flow / E. Fernández, Ja. Čermák, Ye. Cohen [et al.] // ISHS Working Group on Sap Flow. 2017. P. 1–9.

3. Challenges and advances in measuring sap flow in agriculture and agroforestry: A review with focus on nuclear magnetic resonance / R. Kumar, M. Hosseinzadehtaher, N. Hein [et al.] // Frontiers in Plant Science. 2022. P. 1–16.

Научная статья
УДК 65.011.56:656.052.44

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Ирина Викторовна Чекменева[1], Ольга Викторовна Алексеева[2], Дмитрий Валентинович Демидов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] irinach5@inbox.ru
[2] alekseyevaov@m.usfeu.ru
[3] demidovdv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье приведены экспериментально полученные данные о величине дистанции между движущимися в попутном направлении автомобилями после включения разрешающего сигнала светофора. Показано влияние направления движения по полосам на величину дистанции. Сделан вывод о необходимости информирования водителей о безопасной дистанции с применением систем автоматического управления дорожным движением.

Ключевые слова: автоматическое управление, дистанция между автомобилями, дорожное движение

Для цитирования: Чекменева И. В., Алексеева О. В., Демидов Д. В. Экспериментальные данные как основа для совершенствования систем автоматического управления дорожным движением = Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 717−721.

Original article

EXPERIMENTAL DATA AS A BASIS FOR IMPROVING AUTOMATIC TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

Irina V. Chekmeneva[1], Olga V. Alekseeva[2], Dmitry V. Demidov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] irinach5@inbox.ru
[2] alekseyevaov@m.usfeu.ru
[3] demidovdv@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents experimental data on the distance between vehicles moving in the same direction after a green light is turned on. The influence

© Чекменева И. В., Алексеева О. В., Демидов Д. В., 2026

of lane direction on this distance is demonstrated. A conclusion is reached regarding the need to inform drivers about safe distances using automated traffic control systems.

Keywords: automatic control, distance between vehicles, road traffic

For citation: Chekmeneva I. V., Alekseeva O. V., Demidov D. V. (2026) E`ksperimental`ny`e danny`e kak osnova dlya sovershenstvovaniya sistem avtomaticheskogo upravleniya dorozhny`m dvizheniem [Experimental data as a basis for improving automatic traffic control systems]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 717–721. (In Russ).

В Российской Федерации активно развиваются процессы моделирования в технической системе «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» и автоматизации управления дорожным движением.

Так, в «Стратегии повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года» приводятся данные о том, что количество эксплуатируемых комплексов фотовидеофиксации с 2017 по 2024 гг. увеличилось более чем в 2 раза [1].

Например, в разделе IV указанного документа «Цель, принципы, задачи и основные направления государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения» утверждается о намерении развивать и совершенствовать системы фотовидеофиксации в целях исключения возникновения вызовов, рисков и угроз безопасности дорожного движения.

Автоматизация управления дорожным движением обеспечивает контроль за соблюдением требований «Правил дорожного движения» (далее – ПДД) [2]. В Российской Федерации по-прежнему девять из десяти дорожно-транспортных происшествий происходят из-за нарушения водителями ПДД.

Одно из требований ПДД, которое можно автоматически контролировать, изложено в п. 9.10: «Водитель должен соблюдать дистанцию до движущегося впереди транспортного средства, которая позволила бы избежать столкновения, а также необходимый боковой интервал, обеспечивающий безопасность дорожного движения». При этом конкретная величина дистанции не указана.

Аналитический способ определения наименьшей дистанции между двумя попутно движущимися транспортными средствами был разработан в НИИ безопасности движения УГЛТУ и представлен в работах [3–5].

Но его использование водителем невозможно, так как водитель в каждый конкретный момент времени не знает значения ряда переменных величин, необходимых для вычисления наименьшей дистанции (время реакции

водителя, время срабатывания тормозного привода, время нарастания замедления и др.).

В ноябре 2025 г. авторы провели исследование дорожного движения на ул. Сибирский тракт в Екатеринбурге. Определялась дистанция между автомобилями, движущимися в попутном направлении от светофорного объекта после включения разрешающего сигнала. Расстояние от светофорного объекта до места фиксации дистанции составило 25 м. Дорожные условия – гололед на отдельных участках проезжей части улицы.

В табл. 1 приведены результаты измерения дистанции между первым и вторым автомобилями.

Таблица 1

Дистанция между первым и вторым автомобилями

№ п/п	Измеренные значения дистанции между первым и вторым автомобилями для полосы движения, м			Среднее значение дистанции, м
	Первая	Вторая	Третья	
1	11	15	12	12,6
2	12	16	13	13,6
3	–	14	12	13,0
4	8	11	9	9,3
5	4	5	9	6,0
6	–	16	11	9,0
7	–	16	14	10,0
8	10	14	14	12,6
9	12	15	11	12,6
10	9	10	12	10,3

Из табл. 1 видно, что между первым и вторым автомобилем на первой полосе движения максимальная дистанция равна 12 м, минимальная – 4 м.

Отметим, что по первой полосе не всегда движутся автомобили. Водители, зная, что с первой полосы движения возможен поворот направо с заездом в студенческий городок УГЛТУ, первую полосу движения игнорируют. Среднее значение дистанции на первой полосе равно 9,4 м.

На второй полосе движения дистанция увеличивается: максимальное значение – 16 м, минимальное значение – 5 м, среднее значение – 13,2 м. Значительный отрыв первого автомобиля объясняется тем, что с этой полосы не разрешается поворот налево.

На третьей полосе движения дистанция уменьшается с максимальным значением 14 м и минимальным 9 м. Уменьшение дистанции связано с уменьшением скорости движения, так как часть транспортного потока поворачивает налево.

В табл. 2 показаны определенные во время наблюдения дистанции между вторым и третьим автомобилями.

Таблица 2

Дистанция между вторым и третьим автомобилями

№ п/п	Измеренные значения дистанции между вторым и третьим автомобилями для полосы движения, м			Среднее значение дистанции, м
	Первая	Вторая	Третья	
1	12	14	14	13,3
2	11	16	14	13,0
3	–	12	11	11,5
4	Повернул в УГЛТУ	12	10	11,0
5		7	9	8,0
6	–	15	12	13,5
7	–	14	12	13,0
8	10	10	10	10,0
9	14	10	9	11,0
10	11	11	12	11,3

Из табл. 2 видно, что дистанция между вторым и третьим автомобилями, хотя и изменилась, но незначительно. Наибольшее изменение произошло на первой полосе, где водители, заметив поворачивающие в УГЛТУ автомобили, снизили скорость и увеличили дистанцию до движущегося впереди автомобиля в ожидании его маневра. Движущийся впереди автомобиль может либо повернуть направо в УГЛТУ, либо остановиться, ожидая возможности поворота из-за отсутствия пространства для поворота, либо перестроиться.

Выводы:

1) в настоящее время дистанция между двумя движущимися автомобилями выбирается водителями интуитивно;

2) большой разброс в значениях дистанции говорит о разном восприятии водителями дорожной обстановки;

3) для увеличения пропускной способности дорог и улиц необходимо автоматически определять рекомендуемую безопасную дистанцию между попутно движущимися автомобилями и сообщать ее водителям на специальных табло или экранах, устанавливаемых над проезжей частью.

Список источников

1. Стратегия повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : Указ Президента Российской Федерации от 14.11.2025 г. № 841 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RUSYS (дата обращения: 29.11.2025).

2. О Правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025) : Постановление Правительства Российской Федерации от 23.10.1993 г. № 1090 (ред. от 16.07.2025) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RUSoy (дата обращения: 29.11.2025).

3. Михалева Л. В., Карев Б. Н., Сидоров Б. А. Влияние динамики транспортных средств на безопасность дорожного движения : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. 208 с.

4. Карев Б. Н., Сидоров Б. А. Повышение безопасности эксплуатации автомобильного транспорта на основе математического моделирования: монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 505 с.

5. Определение параметров движения автомобиля при производстве экспертиз дорожно-транспортных происшествий : монография / Б. Н. Карев, В. В. Старков, И. И. Чава, Б. А. Сидоров. Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. 214 с.

Научная статья
УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИИ В МОДЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ

Александра Андреевна Шамина[1], Александр Витальевич Лубенцов[2]
[1, 2] Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Воронеж, Россия
[1, 2] lubensov@mail.ru

Аннотация. В этой статье ведется рассуждение на тему использования сплайн-аппроксимации в радиотехнике, основных свойств и преимуществ сплайн-аппроксимации. Затем рассматриваются области применения сплайн-аппроксимации в инженерии и радиотехнике. Также рассматриваются основные виды сплайнов, используемые для аппроксимации сигнала, и другие области применения сплайн-аппроксимации.

Ключевые слова: сплайн-аппроксимация, радиотехника, радиосигналы, кубические сплайны, квадратичные сплайны

Для цитирования: Шамина А. А., Лубенцов А. В. Применение сплайн-аппроксимации в моделях организации связи // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 722–726.

Original article

APPLICATION OF SPLINE APPROXIMATION IN COMMUNICATION ORGANIZATION MODELS

Alexandra A. Shamina[1], Alexander V. Lubentsov[2]
[1, 2] Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia
[1, 2] lubensov@mail.ru

Abstract. This article discusses the use of spline approximation in radio engineering, the main properties and advantages of spline approximation. Then the fields of application of spline approximation in engineering and radio engineering are considered. The main types of splines used for signal approximation and other applications of spline approximation are also considered.

Keywords: spline approximation, radio engineering, radio signals, cubic splines, quadratic splines

© Шамина А. А., Лубенцов А. В., 2026

For citation: Shamina A. A., Lubentsov A. V. (2026) Primenenie splajn-approksimacii v modelyax organizacii svyazi [Application of spline approximation in communication organization models]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 722–726. (In Russ).

Связь представляет собой соединение двух или большего числа объектов, предназначенное для передачи информации, основным требованием к которому служит обеспечение возможности участникам обмениваться данными с минимально возможными потерями. Радиотехника располагает разнообразием методов организации связи, начиная от антенных устройств и заканчивая спутниковыми системами. Каждый из них обладает собственным набором плюсов и минусов, позволяющим охватывать широкий спектр областей человеческой жизнедеятельности и науки. К числу подобных методов относится также сплайн-аппроксимация, выделяющаяся рядом особенностей, которые позволяют ей успешно соперничать с иными подходами.

Сплайн-аппроксимация представляет собой способ преобразования функций, при котором исходная зависимость делится на отдельные сегменты, каждый из которых описывается отдельным полиномом. Существует множество типов сплайнов, обладающих уникальными характеристиками, необходимыми для успешного решения множества научных и практических задач. Среди ключевых достоинств сплайн-метода перед прочими методами аппроксимации и интерполяции выделяются: высокая точность даже при небольшом числе опорных узлов; гладкое сопряжение отдельных частей на стыках интервалов; простота реализации вычислительных операций; минимальная вероятность возникновения крупных погрешностей вследствие независимого расчета каждой отдельной части.

Благодаря указанным достоинствам сплайн-метод получил широкое распространение в исследовательской и профессиональной практике. Возможность разделения аппроксимируемой функции на автономные фрагменты обеспечивает минимальные искажения итогового результата, поскольку каждая отдельная составляющая рассчитывается независимо. Так как в большинстве этапов задействованы полиномы, их производные позволяют точно определить места стыковки фрагментов, обеспечивая непрерывность и гладкость переходов между ними. Все эти преимущества позволяют структурировать огромные объемы данных, а также анализировать и прогнозировать цифровые значения во многих актуальных областях жизни. Однако в первую очередь метод аппроксимации информации с помощью сплайнов используется в технических областях.

Метод сплайн-аппроксимации широко востребован в инженерных научных и производственных отраслях и активно используется специалистами разных направлений, так как основная цель метода заключается в наглядном представлении больших массивов данных, минимизации возможных ошибок и облегчении процесса проектирования сложных конструкций. Инженеры применяют этот инструмент при разработке изделий сложной формы, позволяя эффективно обрабатывать поверхности и площади, оптимизировать движение механических элементов и улучшать форму компонентов. Это значительно упрощает расчетные процедуры и снижает влияние человеческих факторов, приводящих к ошибкам. Подробности использования данного подхода детально изложены в специализированных публикациях [1–3].

Также сплайн-аппроксимация активно применяется в радиотехнике. Этот метод используется для сглаживания ошибок и погрешностей при восстановлении сигнала после передачи. Из-за его свойства реализовывать аппроксимирование быстро и точно, а также относительно небольшого объема данных, этот метод активно используется для устранения «провалов» в основных частях переданных данных. Сплайн-аппроксимация, используемая для обработки и передачи радиосигналов, рассматривается в статье [4].

«Основой, заложенной в этом методе, являются полиномы, сохраненные на двух концах линии передачи сигналов на передатчике и приемнике. Это делается для того, чтобы не нужно было передавать целые функции, потерянные данные из которых могут серьезно повлиять на большой участок сигнала. Поэтому по каналам передаются только коэффициенты, которые позволяют восполнить полученные в процессе восстановления пробелы и уменьшить шумы. Наиболее выгодным и результативным методом является деление функции на линейные или квадратичные полиномы. Исходя из этого можно сказать, что чем ниже степень полинома, тем более точными и простыми в обработке являются сплайны» [4].

Существует множество различных видов сплайнов. Они могут как значительно различаться по своим свойствам и функциям, так и отличаться лишь степенью полиномов. Однако для аппроксимации и интерполяции радиосигналов в подавляющем случае используются кубические и квадратичные сплайны. Оба этих вида достаточно активно применяются для формирования связи в радиотехнике, но кубические сплайны чаще используются по сравнению с квадратичными из-за большей гладкости в узловых точках и соответственно точности передачи, что позволяет задействовать их в процессе передачи данных в более сложных системах. Однако в более легких конструкциях, которые не нуждаются в высоком качестве восстановленного сигнала, лучше использовать квадратичные сплайны из-за большей легкости реализации при сохранении достаточного уровня качества.

«В вычислительной математике сплайном называется функция, которая вместе с производными непрерывна на всем заданном отрезке [a; b],

но при этом на каждом частичном отрезке $[x_{i-1}; x_i]$ в отдельности представляется в виде некоторого алгебраического многочлена.

Максимальная по всем частичным отрезкам степень многочленов называется степенью сплайна, а разность между степенью сплайна и порядком наивысшей непрерывной на [a, b] производной – дефектом сплайна.

Алгоритм кусочно-квадратичной интерполяции относительно прост и включает в себя два этапа:

1) нужно найти три узла, ближайших к узлу интерполяции;

2) вычислить значение интерполяционного многочлена второй степени» [3].

Сплайны также применяются во многих областях жизни далеких от связи и инженерии. В медицинской сфере сплайн-аппроксимация также нашла широкое применение в различных направлениях. Во-первых, она позволяет заметно повысить четкость изображений в медицинском оборудовании, что значительно упрощает диагностику заболеваний. Метод также полезен для прогнозирования роста новообразований и планирования лечебных мероприятий. Экономисты сталкиваются с аналогичной задачей: обработкой больших объемов данных, требующей эффективного представления и анализа информации, включая построение прогнозов развития экономики, что делает использование сплайн-аппроксимации весьма полезным и в этой области.

Заключение

Аппроксимация методом сплайнов представляет собой уникальный метод решения проблемы отсутствия достаточного качества аппроксимируемых данных. И именно в радиотехнике, помимо описанных научных сфер, существует большая необходимость в получении наиболее полного восстановления передаваемого сигнала. Человек с каждым годом требует лучшего качества и большего количества функций в регулярно совершенствующейся технике, что повышает востребованность сплайн-аппроксимации, так как этот способ может бесконечно повышать качество аппроксимируемой функции за счет повышения степени полинома, несмотря на бесконечное усложнение расчетов. Но исследование аппроксимации методом кубических сплайнов должно продолжаться из-за возможных перспектив развития и применения этого метода в технологиях будущего.

Особенно актуальным представляется использование разработанных моделей при создании каналов связи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Они способны обеспечить упаковку, обработку и восстановление сигналов в радиотехнических системах передачи, а также применяться в системах информационной безопасности [4].

Рассматриваемая методика использования сплайновой аппроксимации и сплайновой интерполяции для перечисленных выше задач обработки сигналов в защищенных информационных системах планируется авторами к дальнейшему рассмотрению и совершенствованию.

Список источников

1. Юрин Ю. В., Кутыркин В. А. Аппроксимация сферическими сплайнами гладкой поверхности, ограничивающей звездную область евклидова пространства // Инженерный журнал: наука и инновации. 2012. № 2 (2). С. 174–185.

2. Шамина А. А., Лубенцов А. В. Анализ построения аппроксимационных моделей с применением сплайнов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 635–638.

3. Лубенцов А. В Системный анализ модели описания радиотехнических сигналов сплайнами в закрытых информационных сетях комплексных систем безопасности // Правовая информатика. 2024. № 2. С. 72–81.

4. Лубенцов А. В., Душкин А. В. Комплексные системы безопасности: системный анализ, архитектура, управление жизненным циклом. Воронеж : Научная книга, 2022. 254 с.

Научная статья
УДК 004.046

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТОВАРНЫМИ ОСТАТКАМИ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАХ

Диербек Хусенович Эргашев[1], Наталья Михайловна Кравченко[2], Евгения Васильевна Анянова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] diyorbek.ergashev02@mail.ru
[2] kravchenkonm@m.usfeu.ru
[3] anyanovagv@m.usfeu.ru

Аннотация. В интернет-магазинах возникают ошибки в учете, что приводит к формированию отрицательных остатков, сбоям при формировании заказов в итоге потеря прибыли из-за снижения доверия клиентов. Решением этой проблемы выступает интегрирование автоматизированной информационной системы.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, товарные остатки

Для цитирования: Эргашев Д. Х., Кравченко Н. М., Анянова Е. В. Информационная система для повышения эффективности управления товарными остатками в интернет-магазинах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 727−730.

Original article

AN INFORMATION SYSTEM FOR IMPROVING INVENTORY MANAGEMENT EFFICIENCY IN ONLINE STORES

Diyorbek Kh. Ergashev[1], Natalya M. Kravchenko[2], Evgeniya V. Anyanova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] diyorbek.ergashev02@mail.ru
[2] kravchenkonm@m.usfeu.ru
[3] anyanovagv@m.usfeu.ru

Abstract. In online stores, accounting errors occur, which leads to the formation of negative balances, order formation failures, and ultimately, loss of

© Эргашев Д. Х., Кравченко Н. М., Анянова Е. В., 2026

profit due to reduced customer trust. The solution to this problem is the integration of an automated information system.

Keywords: automated information system, inventory balances

For citation: Ergashev D. Kh., Kravchenko N. M., Anyanova E. V. (2026) Informacionny`e sistemy` dlya povy`sheniya e`ffektivnosti upravleniya tovarny`mi ostatkami v internet-magazinax [An information system for improving inventory management efficiency in online stores]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 727–730. (In Russ).

В нынешнее время в практике интернет-торговли применяются различные подходы для учета и управления товарными остатками. Наиболее простым решением является ручной учет с использованием электронных таблиц или бумажных документов. Но такой подход сразу перестает быть актуальным при увеличении ассортимента или заказов. Также существует огромный риск ошибки человеческого фактора [1].

Более развитым вариантом являются программы для учета товарных запасов. Широко применяются интегрированные CRM и ERP – системы, такие как 1С, Oddo, Тандем, SAP и другие. Эти программы охватывают комплексные бизнес-процессы при учете товаров, таких как управление складом, заказами и финансами [2]. Но у этих систем есть недостатки: высокая стоимость лицензий и внедрения, сложности при освоении для персонала. Для наглядности информация представлена в таблице.

Таким образом, у интернет-магазина встает задача выбора баланса межу простым решением, но ограниченными средствами для учета или дорогостоящими мощными решениями. Это приводит к необходимости разработки специализированных систем учета, адаптированных под конкретные потребности интернет-магазина [3].

Одной из наиболее распространенных проблем при учете товаров в интернет-магазинах являются расхождения фактических и учетных остатков. В результате менеджеры могут оформлять заказ на товары, которых уже нет на складе и это приводит к так называемой ошибке минусового остатка, иногда даже интегрированные программы учета имеют настройку допуска минусового остатка. Подобные ситуации могут приводить к отмене или просрочке сроков поставки, а главное – потере доверия клиентов [4].

Другой проблемой является отсутствие аналитики. В большинстве базовых систем для учета невозможно спрогнозировать спрос, из-за чего интернет-магазин сталкивается с избыточными запасами или с нехваткой популярных товаров [4].

Для решения этих проблем была уже разработана автоматизированная система для учета остатков товаров интернет-магазина. Архитектурой

системы является клиент-серверная, в которой для начала данные хранятся на базе Microsoft Sql Server и также приложения на языке C# в среде Visual Studio.

Сравнения систем

Система	Преимущества	Недостатки	Для кого подходит
Ручной учет (Excel, таблицы)	Простота, не требует вложений, быстро начать работу	Высокая вероятность ошибок, нет синхронизации, сложно вести при большом объеме данных	Малый бизнес с очень небольшим ассортиментом
Локальные программы (например, складские модули «1С:Управление торговлей» в офлайн-режиме)	Автоматизация части процессов, хранение данных в одной базе	Ограниченные возможности совместной работы, нет интеграции с интернет-магазином	Малый и средний бизнес
Интегрированные ERP-системы (SAP, Odoo, 1С в облаке)	Широкий функционал: склад, финансы, заказы, CRM	Высокая стоимость внедрения, избыточность функций, требуются специалисты для обслуживания	Крупные интернет-магазины, торговые сети
Авторская специализированная система	Адаптация под конкретные нужды, простота интерфейса, низкая стоимость внедрения	Ограниченный функционал, требует доработок (аналитика, интеграция с сайтом)	Малые и средние интернет-магазины

В базе данных системы реализованы таблицы для хранения информации о товарах, заказах, приходах и расходах. Использование реляционной модели позволяет гарантировать целостность данных, исключить дублирование и обеспечить быстрый доступ к нужной информации.

Интерфейс ориентирован в основном на менеджера и сотрудников склада, в котором реализованы формы для внесения новых товаров, оформления заказов, регистрации приходов и возвратов, а также для удобства были сделаны фильтры.

Несмотря на достигнутый результат проект можно улучшить, доработав или добавив некоторые функции. Одним из улучшений является интеграция с веб-сайтом витрины интернет-магазина, которая позволит автоматическую синхронизацию с остатками и уменьшить количество отмененных заказов. Добавления аналитических инструментов и методов прогнозирования позволяют планировать закупки с учетом динамики продаж. Также добавление функции отправки уведомления о критически низком уровне

запасов позволит своевременно пополнять склад. Разработка мобильного приложения и перенос базы в облако позволит работать из любой точки мира. Также можно сделать интеграцию с бухгалтерскими и финансовыми системами позволит минимизировать ручные операции.

Список источников

1. Шевченко И. С., Тарасова А. Н. Информационные системы в электронной коммерции. М. : Изд-во «ИНФРА-М», 2018. 320 с.

2. Вейцман В. М. Проектирование информационных систем. М. : МУБИНТ, 2019. 316 с.

3. Смирнов В. А. Интеграция систем учета в электронной коммерции. Екатеринбург : УрФУ, 2020. 180 с.

4. Бовина Н. Л. Основы управления товарными запасами на складе. М. : Экономика, 2017. 240 с.

Транспортные
и технологические системы

Научная статья
УДК 622.271:629.3

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСАМОСВАЛОВ НА КАРЬЕРАХ

Андрей Константинович Артюшин[1], Клим Артемович Алимпьев[2], Олег Валерьевич Баранов[3], Иван Алексеевич Пыталев[4]
[1–4] Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия
[1] andrey.art.1999@mail.ru
[2] alimpevklim@mail.ru
[3] boleg5429@gmail.com
[4] vehicle@list.ru

Аннотация. Проведен анализ современного состояния научных исследований и практического опыта внедрения грузовых электромобилей. Оценена целесообразность и перспектива внедрения электросамосвалов на открытых горных работах, обозначены условия их масштабного внедрения и представлены примеры их эксплуатации на крупнейших месторождениях мира.

Ключевые слова: электросамосвалы, карьеры, аккумуляторные батареи, автоматизация, углеродная нейтральность

Для цитирования: Оценка перспективности использования электросамосвалов на карьерах / А. К. Артюшин, К. А. Алимпьев, О. В. Баранов, И. А. Пыталев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 732−736.

Original article

ASSESSMENT OF THE PROSPECTS OF USING ELECTRIC DUMP TRUCKS IN QUARRY

Andrey K. Artyushin[1], Klim A. Alimpyev[2], Oleg V. Baranov[3], Ivan A. Pytalev[4]
[1–4] Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
[1] andrey.art.1999@mail.ru
[2] alimpevklim@mail.ru
[3] boleg5429@gmail.com
[4] vehicle@list.ru

Abstract. An analysis of the current state of scientific research and practical experience in the implementation of electric trucks has been carried out. The fea-

© Артюшин А. К., Алимпьев К. А., Баранов О. В., Пыталев И. А., 2026

sibility and prospects of introducing electric dump trucks in open-pit mining operations have been assessed, the conditions for their large-scale deployment have been identified, and examples of their use at the world's largest mining sites have been presented.

Keywords: electric dump trucks, quarries, battery energy storage, automation, carbon neutrality

For citation: Ocenka perspektivnosti ispol`zovaniya e`lektrosamosvalov na kar`erax [Assessment of the prospects of using electric dump trucks in quarry] (2026) A. K. Artyushin, K. A. Alimpyev, O. V. Baranov, I. A. Pytalev. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 732–736. (In Russ).

Горнодобывающая промышленность стоит перед беспрецедентными вызовами, обусловленными необходимостью повышения производительности и эффективности при одновременном достижении углеродной промышленности. При этом транспортирование горной массы в карьерах является одной из основных статей затрат на добычу полезных ископаемых, а также источником выбросов парниковых газов, составляя от 30 до 80 % от общих выбросов на месторождении в зависимости от условий разработки [1].

На сегодняшний день практически все применяемые на карьерах автосамосвалы оснащены дизельными двигателями, что обуславливает значительные затраты на топливо, выбросы парниковых газов, а также необходимость постоянного обслуживания сложных механизмов двигателей внутреннего сгорания. Все это в долгосрочной перспективе ведет к низкой экономической эффективности и экологической нагрузке [2]. Поэтому поиск решений по замене привода карьерных автосамосвалов является в последние десятилетия актуальной научно-практической задачей. С учетом положительного опыта эксплуатации легковых электромобилей, переход на электросамосвалы является весьма перспективным направлением.

Электросамосвалы представляют принципиально новый подход к решению проблемы повышения эффективности и экологичности горного производства. Технология электрического привода для карьерного транспорта активно развивается на протяжении последних двух десятилетий, достигнув сегодня такого уровня зрелости, который позволяет серьезно рассматривать возможность массового внедрения этих машин [3]. Крупнейшие производители горно-транспортного оборудования– Caterpillar, Liebherr, Komatsu, а также отечественный производитель БЕЛАЗ, уже реализуют программы по разработке и испытанию электросамосвалов различной грузоподъемности.

В результате анализа современных решений по внедрению или планируемых к внедрению карьерных автосамосвалов выявлено два основных типа электросамосвалов:

1. **Аккумуляторные электросамосвалы (BEV)** – машины, работающие исключительно от встроенных аккумуляторных батарей. Современные образцы характеризуются грузоподъемностью от 90 до 372 т.

2. **Дизель-электрические троллейвозы** – гибридные системы, в которых электроэнергия подводится по воздушным линиям или железнодорожным контактам во время движения, что позволяет значительно снизить требуемую емкость батареи.

Наиболее продвинутыми решениями в настоящее время являются аккумуляторные электросамосвалы. Компания Caterpillar представила серию электросамосвалов AC (Alternating Current – переменный ток) с электромеханической трансмиссией, включающую модели 794 AC (327 т), 796 AC (327 т), 797F (363 т) и 798 AC (372 т) [4]. Особенностью этих машин является применение регенеративного торможения и прямого электрического привода, обеспечивающего лучший контроль над ускорением и торможением.

Компания Liebherr выпустила электросамосвал T 264 грузоподъемностью 240 т с инновационной системой Litronic Plus AC drive с использованием технологии IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Эта система позволяет достичь максимальной скорости 55 км/ч и обеспечивает более эффективное распределение мощности по сравнению с традиционными системами.

Отечественный производитель БЕЛАЗ разработал 90-тонный электросамосвал БЕЛАЗ-7558Е, который прошел успешные испытания на полигоне в Жодино (Республика Беларусь) в 2023 г. Испытания включали проверку системы термостатирования тяговых батарей и оценку возможностей аккумуляторов в различных условиях окружающей среды.

Одним из ключевых преимуществ электросамосвалов является использование систем регенеративного торможения. Эта технология позволяет преобразовать кинетическую энергию, выделяемую при торможении, обратно в электрическую энергию, которая накапливается в батарее [2]. В условиях открытых горных работ данная система наиболее эффективна, поскольку автосамосвалы при выполнении рейсов перемещаются на спуск и подъем по уклону до 150 ‰.

Согласно результатам исследований, регенеративное торможение может обеспечить восстановление до 20–30 % энергии в циклическом режиме работы карьерных автосамосвалов. В этих случаях при работе на участках с высокими продольными уклонами электросамосвалы могут работать длительные периоды фактически без подзарядки благодаря рекуперации электрической энергии при движении на спуск.

Литий-ионные аккумуляторные батареи, используемые в электросамосвалах, характеризуются высокой энергетической плотностью и длительным сроком службы. Типичный ресурс аккумулятора составляет 5–10 лет

или 10000–20000 ч работы в зависимости от условий эксплуатации и режимов зарядки. Однако одним из критических факторов таких аккумуляторов является температурный диапазон эксплуатации, поскольку экстремальные температуры в карьерах могут значительно сокращать срок службы батареи.

Анализ, проведенный компанией SRK Consulting, позволяет сравнить полную стоимость владения (Total Cost of Ownership, TCO) 150-тонного электросамосвала и его дизельного эквивалента [5]. Согласно представленным исследованиям, стоимость электросамосвала значительно выше, около 30–40, однако эта разница быстро окупается за счет снижения эксплуатационных затрат. Ключевые экономические показатели:

● **энергетические расходы:** электросамосвал грузоподъемностью 150 т потребляет приблизительно 275 кВт·ч электроэнергии в час. Дизельный аналог расходует 100 л дизельного топлива в час. Таким образом, электросамосвал обеспечивает 65 % снижение энергетических расходов [5];

● **расходы на техническое обслуживание:** электросамосвалы имеют значительно более простую конструкцию по сравнению с дизельными машинами, т. к. в них отсутствуют сложные системы двигателя внутреннего сгорания, включая поршни, клапаны, турбокомпрессоры и системы выпуска. Кроме того, исключается необходимость замены фильтров и масел. Это приводит к снижению расходов на обслуживание более чем на 40–50 % [2, 5];

● **полная стоимость владения за 10 лет:** несмотря на необходимость замены батареи 2–3 раза в течение жизненного цикла машины, электросамосвал оказывается на 250 млн рублей дешевле в расчете на 10-летний период эксплуатации [5]. Критически важным является то, что первоначальные капиталовложения окупаются уже к третьему году эксплуатации благодаря непрерывному снижению операционных расходов.

В качестве примеров применения и перехода на электросамосвалы следует отметить:

Компания BHP (Австралия) в сотрудничестве с Caterpillar развернула программу по замене 160 дизельных самосвалов на электрические модели на медных рудниках в Чили. Проект предусматривает внедрение 360 электросамосвалов Liebherr T264 на австралийских операциях, что является одним из крупнейших заказов электросамосвалов в истории горной промышленности.

Компания Boliden (Швеция) сообщила о 15 % снижении времени цикла при использовании электрических грузовиков по сравнению с дизельными аналогами [5]. Компания также внедрила систему дизель-электрических троллейвозов, в которых электроэнергия подводится по контактному кабелю во время движения по основным маршрутам, что позволило дополнительно сократить расходы.

Золотые рудники Newmont (США) планируют развернуть батарейные электросамосвалы на трех месторождениях с внедрением 26 электромашин [3].

Этот проект предусматривает создание полностью подключенной системы управления с возможностью автономной работы машин.

Угольный рудник Huolinhe (Китай), переоборудованный компанией Xiangtan Electric Manufacturing, демонстрирует снижение ежедневных расходов на электроэнергию до 6,6 раз по сравнению дизельными автосамосвалами [5].

В экологическом и социальном аспектах электросамосвалы предоставляют нулевые прямые выбросы на месте разработки, полностью на локальном уровне исключаются выбросы оксидов азота (NOx), твердых частиц (PM) и углекислого газа (CO_2) [2]. Это имеет особое значение при работе на глубоких горизонтах карьеров, а также при их расположении вблизи населенных пунктов.

При расчете полного жизненного цикла выбросы электросамосвалов зависят от источника электроэнергии. Когда электросамосвалы заряжаются от возобновляемых источников энергии (солнечные батареи, ветровые генераторы, гидроэлектростанции), общее сокращение выбросов CO_2 может достичь 80–100 % по сравнению с дизельными машинами [3].

Таким образом, переход и внедрение электросамосвалов на открытых горных работах позволяют значительно повышать экономическую эффективность добывающих предприятий при значительном снижении выбросов парниковых газов и достижении углеродной нейтральности.

Список источников

1. Автономные самосвалы готовятся к карьерному росту // CDO2DAY : [сайт]. URL: https://cdo2day.ru/sekrety-firm/avtonomnye-samosvaly-gotovjatsja-k-karernomu-rostu/ (дата обращения: 25.11.2025).

2. Электрические против дизельных грузовиков // AAA Amber Truck : [сайт]. URL: https://aaa-ambertruck.ru/articles/elektricheskie-protiv-dizelnih-gruzovikov-chto-luchshe-podhodit-dlya-vashego-biznesa/ (дата обращения: 20.11.2025).

3. Decarbonising mining: Charging ahead with battery electric vehicles // Appian Capital Advisory : [сайт]. URL: https://rhg.com/research/electric-trucks-and-the-future-of-chinese-oil-demand/ (дата обращения: 25.11.2025).

4. 794 AC Mining Truck // Caterpillar Official Site : [сайт]. URL: https://www.cat.com (дата обращения: 25.11.2025).

5. TCO equation stacks up for 150-t payload battery-electric trucks // IM Mining : [сайт]. URL: https://im-mining.com (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 622.271:629.3

ЭЛЕКТРОСАМОСВАЛ КАК ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАРЬЕРА

Андрей Константинович Артюшин[1], Клим Артемович Алимпьев[2], Олег Валерьевич Баранов[3], Иван Алексеевич Пыталев[4]
[1–4] Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия
[1] andrey.art.1999@mail.ru
[2] alimpevklim@mail.ru
[3] boleg5429@gmail.com
[4] vehicle@list.ru

Аннотация. Проведен анализ роли электросамосвалов в модернизации транспортной инфраструктуры открытых карьеров. Рассмотрены преимущества и недостатки внедрения электросамовала с точки зрения цифровизации и автоматизации горнотехнической системы. Установлено стратегическое значение электросамосвалов для устойчивой развития горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: электросамосвал, карьерный транспорт, энергетическая эффективность, литий-ионные батареи, автоматизация, транспортная инфраструктура

Для цитирования: Электросамосвал как основа совершенствования транспортной инфраструктуры карьера / А. К. Артюшин, К. А. Алимпьев, О. В. Баранов, И. А. Пыталев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 737−741.

© Артюшин А. К., Алимпьев К. А., Баранов О. В., Пыталев И. А., 2026

Original article

ELECTRIC DUMP TRUCK AS A BASIS FOR IMPROVING THE QUARRY TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Andrey K. Artyushin[1], Klim A. Alimpyev[2], Oleg V. Baranov[3], Ivan A. Pytalev[4]
[1–4] Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
[1] andrey.art.1999@mail.ru
[2] alimpevklim@mail.ru
[3] boleg5429@gmail.com
[4] vehicle@list.ru

Abstract. An analysis of the role of electric dump trucks in modernising the transport infrastructure of open-pit quarries has been carried out. The advantages and disadvantages of implementing an electric dump truck from the perspective of digitalisation and automation of the mining and technical system have been examined. The strategic importance of electric dump trucks for the sustainable development of the mining industry has been established.

Keywords: electric dump truck, quarry transport, energy efficiency, lithium-ion batteries, automation, transport infrastructure

For citation: E`lektrosamosval, kak osnova sovershenstvovaniya transportnoj infrastruktury` kar`era [Electric dump truck as a basis for improving the quarry transport infrastructure] (2026) A. K. Artyushin, K. A. Alimpyev, O. V. Baranov, I. A. Pytalev. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 737–741. (In Russ).

Современное состояние горнодобывающей промышленности характеризуется непрерывным увеличением глубины открытых горных работ, ужесточением экологических требований и ростом эксплуатационных затрат, связанных с транспортировкой горной массы. В этих условиях электрификация карьерного транспорта в ближайшее время может стратегическим направлением развития отрасли, позволяющим одновременно решать задачи повышения энергетической эффективности, снижения себестоимости добычи и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. При этом уже сегодня электросамосвалы формируют технологическую основу для модернизации транспортной инфраструктуры не только карьера, но и всей горнотехнической системы [1–3].

Автомобильный транспорт на карьере характеризуется существенными энергетическими потерями, связанными с высоким коэффициентом тары

современных карьерных самосвалов (0,70–0,84) и значительным коэффициентом сопротивления движению. При движении автосамосвалов по уклону вверх затраты энергии необходимы как на подъем полезного груза, так и на перемещение собственной массы транспортного средства, что существенно снижает общую энергетическую эффективность системы.

Развитие литий-ионных аккумуляторных технологий открывает новые возможности для создания полностью электрических карьерных самосвалов, работающих без дизельных двигателей. Белорусский автозавод БелАЗ совместно с производителями аккумуляторов разрабатывает карьерный самосвал грузоподъемностью 90 т с полностью электрической силовой установкой. Вместо традиционной дизель-генераторной установки в такой машине используются аккумуляторные батареи, благодаря чему снижается себестоимость эксплуатации и полностью исключаются выбросы вредных веществ в процессе работы [1, 2].

Литий-ионные аккумуляторы ценятся в горнодобывающей промышленности благодаря высокой удельной энергии, относительно низкой скорости саморазряда (менее 5 % в месяц) и отсутствию эффекта памяти. Способность выдерживать 2000–4000 циклов разрядки при сохранении 80 % емкости обеспечивает длительный срок службы и экономическую эффективность использования. Современные литий-ионные батареи позволяют осуществлять зарядку в течение одного часа при токе до двух емкостей аккумулятора, что существенно сокращает время простоя техники [4].

На современном этапе развития электромобилей при внедрении их на карьерах существует ряд сложностей. Одним из основных ограничений является масса аккумуляторных батарей, которая значительно превышает массу эквивалентной по мощности дизель-генераторной установки, что снижает полезную грузоподъемность машины. Кроме того, необходимо создание соответствующей инфраструктуры зарядных станций на территории карьера, способных обеспечить быструю зарядку мощных батарейных комплексов [1, 4]. В настоящее время решение этой проблемы возможно следующими способами:

- *быстрая зарядка*: развитие систем быстрой зарядки, которые позволяют восстановить 80 % емкости батареи за 30–60 мин;
- *динамическая подзарядка*: система BluVein использует контактные рельсы, установленные в подземных выработках, для подзарядки машин во время движения;
- *гибридные системы*: использование дизель-электрических троллейвозов, в которых электроэнергия подводится по контактным кабелям. Компания Boliden установила 27 таких грузовиков на своих шведских рудниках;
- для полного использования потенциала электросамосвалов необходимо обеспечить питание от возобновляемых источников энергии. Компания Antofagasta Minerals на медном руднике Zaldívar в Чили уже получает 100 % электроэнергии от возобновляемых источников.

Масштабное внедрение электросамосвалов обеспечит переход на важный этап автоматизации горнодобывающей отрасли, позволяющий повысить безопасность производства за счет исключения персонала из опасных зон. Внедрение автоматизированных систем позволяет сократить нетехнологические простои на 10 %, повысить среднюю скорость передвижения техники на 20 % и снизить издержки на эксплуатацию до 15 % в год. Зарубежные компании Komatsu и Caterpillar начали разработку технологий автоматизации транспортировки в карьерах в 1990-х гг., и автономные карьерные самосвалы показывают на 20 % большую эффективность эксплуатации по сравнению с традиционными машинами [1]. При этом современные системы диспетчеризации горно-транспортного комплекса обеспечивают непрерывный мониторинг местоположения карьерных самосвалов через спутниковые системы навигации GPS и ГЛОНАСС. Внедрение систем диспетчеризации позволяет повысить эффективность работы карьерного транспорта на 10–20 % за счет сокращения простоев и оптимизации маршрутов.

Одной из современных инновационных тенденций является интеграция электросамосвалов с системами автономного управления. Компания Komatsu разработала FrontRunner Autonomous Haulage System (AHS), которая используется более чем на 750 автономных грузовиков на карьерах по всему миру. Эта система использует высокоточную спутниковую навигацию (GPS) для управления маршрутами грузовиков без участия оператора. Согласно данным Komatsu и компании Modular Mining, более чем за 10 лет работы автоматизированная система транспортировки Komatsu перевезла более двух миллиардов тонн материала по всему миру [1]. По данным Caterpillar, беспилотная техника показывает на 20 % большую эффективность эксплуатации по сравнению с традиционными машинами, а производительность составляет 99,95 % благодаря тому, что машины не простаивают и работают в среднем на 2,5 ч больше, чем машины с оператором [1].

Переход на электросамосвалы в ближайшем будущем является неизбежным процессом, темпы которого определяются экономическими и экологическими факторами. На данный момент в долгосрочной перспективе рассматриваются две основные технологии: водородные топливные элементы и технология BEV (Battery Electric Vehicle) на литий-ионных батареях. Однако BEV-технология считается наилучшим вариантом в обозримом будущем. Цены на литий-ионные батареи за последнее десятилетие имеют тенденцию к снижению, что делает электрический транспорт все более доступным [4, 5].

Таким образом, развитие инфраструктуры зарядных станций и систем управления энергопотреблением является критически важным условием для масштабного внедрения электросамосвалов. Интеграция с возобновляемыми источниками энергии позволит создать полностью автономные

и экологичные энергетические системы для карьеров, что значительно снизит себестоимость транспортирования горной массы и повысит эффективность функционирования горнодобывающих предприятий.

Список источников

1. Автономные самосвалы готовятся к карьерному росту // CDO2DAY : [сайт]. URL: https://cdo2day.ru/sekrety-firm/avtonomnye-samosvaly-gotovjatsja-k-karernomu-rostu/ (дата обращения: 13.02.2026).

2. БелАЗ выпустит электрический карьерный самосвал // DROM.ru : [сайт]. URL: https://news.drom.ru/78480.html (дата обращения: 13.02.2026).

3. Энергоемкость транспортных систем карьеров // Geokniga : [сайт]. URL: https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-energoemkosttransportnyh-sistem-karerov.doc (дата обращения: 13.02.2026).

4. Роль литий-ионных аккумуляторов в развитии горнодобывающей промышленности // Atlas Copco : [сайт]. URL: https://www.atlascopco.com/ruuz/construction-equipment/resources/blog/lithium-ion-batteries-in-mining-indusrty (дата обращения: 13.02.2026).

5. Robotic Geotechnologies as Way of Improving Efficiency and Ecologization of Mineral Resource Management / M. V. Ryl'nikova, D. Y. Vladimirov, I. A. Pytalev, T. M. Popova // Journal of Mining Science. 2017. Vol. 53, No. 1. P. 84–91. DOI 10.1134/S1062739117011884

Научная статья
УДК 656.224.003

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРИГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Екатерина Дмитриевна Буколова[1], Карина Руслановна Гайнутдинова[2], Ольга Анатольевна Пыталева[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] katebykolova2006@gmail.com
[2] karina.0630.gainutdinova@gmail.com
[3] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу проблем безопасности на пригородном железнодорожном транспорте, включая технические, организационные и социальные аспекты.

Ключевые слова: безопасность пассажиров, железнодорожный транспорт, городская электричка

Для цитирования: Буколова Е. Д., Гайнутдинова К. Р., Пыталева О. А. Анализ проблем безопасности при осуществлении пригородных перевозок // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 742−747.

Original article

ANALYSIS OF SAFETY ISSUES IN SUBURBAN TRANSPORTATION

Ekaterina D. Bukolova[1], Karina R. Gainutdinova[2], Olga A. Pytaleva[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] katebykolova2006@gmail.com
[2] karina.0630.gainutdinova@gmail.com
[3] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Abstract. This paper analyzes safety issues in suburban railway transport, including technical, organizational, and social aspects.

Keywords: passenger safety, railway transport, commuter train

© Буколова Е. Д., Гайнутдинова К. Р., Пыталева О. А., 2026

For citation: Bukolova E. D., Gainutdinova K. R., Pytaleva O. A. Analiz problem bezopasnosti pri osushhestvlenii prigorodny`x perevozok [Analysis of safety issues in suburban transportation]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 742–747. (In Russ).

Ежедневно пригородным железнодорожным транспортом пользуются тысячи жителей Екатеринбурга и Свердловской области, осуществляющих поездки с различными целями – трудовыми, учебными и личными. Однако интенсивное использование данного вида транспорта сопряжено с рядом актуальных проблем, в числе которых обеспечение безопасности пассажиров и минимизация негативного воздействия железнодорожного движения на окружающую среду урбанизированной территории.

Екатеринбург занимает ключевое место в транспортной инфраструктуре Уральского региона и является важным узлом в сети железнодорожного сообщения. Пригородные электрички играют значительную роль в обеспечении устойчивых и регулярных транспортных связей между городом и прилегающими населенными пунктами. Основные направления пригородного сообщения, связывающие Екатеринбург с ближайшими населенными пунктами, включают Верхнюю Пышму, Березовский, Невьянск, Шалю, Каменск-Уральский, Нижний Тагил и другие важные города и поселки региона [1].

Эти маршруты обеспечивают транспортную доступность населения к экономическим, образовательным и социальным ресурсам Екатеринбурга, способствуя интеграции городской агломерации и снижая нагрузку на автомобильный транспорт. Современные пригородные поезда оснащены энергоэффективным подвижным составом и обеспечивают высокий уровень комфорта и безопасности пассажиров. Они выполняют функцию экологически устойчивого вида транспорта, сокращая выбросы вредных веществ и снижая транспортные выбросы на территории города.

Екатеринбургский пригородный железнодорожный транспорт в 2025 г. представлен примерно 20–25 маршрутами, связывающими город с населенными пунктами Свердловской области, такими как Верхняя Пышма, Березовский, Невьянск, Шаля, Каменск-Уральский и Нижний Тагил. Эти маршруты обеспечивают охват значительной части городской агломерации и способствуют высокой транспортной мобильности населения региона.

По итогам 2025 г. пассажиропоток пригородного железнодорожного сообщения на территории Свердловской области превысил 21,6 млн человек, демонстрируя устойчивый рост порядка 1,9 % по сравнению с предыдущим годом. Пассажирооборот составляет несколько миллиардов пассажиро-километров, что подтверждает значимость пригородного желез-

нодорожного транспорта для повседневных перевозок жителей Екатеринбурга и окрестностей. Рост пассажиропотока обусловлен улучшением сервиса, модернизацией подвижного состава и высокой экологической привлекательностью электропоездов, что способствует снижению нагрузки на автомобильные дороги и уменьшению загрязнения окружающей среды в урбанизированных зонах [1].

Городская электричка в Екатеринбурге является важным элементом городской транспортной системы и выполняет функцию связующего звена между центром города и пригородными районами. Она дополняет городской общественный транспорт, включая автобусные, троллейбусные и трамвайные маршруты, обеспечивая высокую пропускную способность и регулярность перевозок на средние и длинные расстояния [2].

Основные особенности интеграции городской электрички в транспортную систему Екатеринбурга:

− *связь центра и пригородов*. Электрички соединяют центральные железнодорожные вокзалы города с пригородными населенными пунктами и отдаленными районами, такими как Верхняя Пышма, Березовский, Невьянск и др. Это способствует снижению автомобильного трафика и разгрузке городских дорог;

− *мультимодальность и пересадки*. Станции и платформы пригородных поездов оснащены удобными пересадочными пунктами на городской транспорт – автобусы, метро, трамваи, что обеспечивает бесшовное перемещение пассажиров внутри городской агломерации. Современные системы электронной оплаты проезда и информационные технологии повышают удобство пользования;

− *экологическая устойчивость*. Использование электропоездов способствует снижению выбросов вредных веществ и шумового загрязнения в сравнении с автомобильным транспортом, что соответствует стратегическим целям города по улучшению экологической обстановки;

− *социальная значимость*. Городская электричка обеспечивает доступность важных социальных объектов – рабочих мест, учебных заведений, больниц, культурных центров – для жителей пригородов и отдаленных районов, снижая социальное разделение и стимулируя экономическое развитие.

Рассмотрение проблем безопасности на городской электричке Екатеринбурга приобретает особую важность и актуальность по нескольким причинам. Во-первых, пригородные электропоезда обслуживают значительный пассажиропоток – более 21 млн человек в год, что требует обеспечения высокого уровня безопасности для предотвращения аварий, травматизма и чрезвычайных ситуаций. Безопасность является ключевым фактором, влияющим на доверие населения к общественному транспорту и, следовательно, на его востребованность и эффективность городской транспортной системы [3].

Во-вторых, Екатеринбург является крупным транспортным узлом Урала, где городская электричка становится неотъемлемой частью интегрированной мультимодальной транспортной системы. Любые проблемы с безопасностью на этом виде транспорта способны вызвать значительные социально-экономические последствия, включая снижение качества городской мобильности, увеличение нагрузки на дороги и повышение экологической нагрузки в городе. Поэтому обеспечению безопасности уделяется первостепенное внимание в стратегических планах развития города, направленных на создание комфортной, экологически устойчивой и безопасной транспортной среды [4].

В-третьих, современные вызовы, включая растущие требования к техническому состоянию, человеческому фактору, а также необходимость реагирования на возможные ЧС, требуют системного и научно обоснованного подхода к управлению безопасностью. Недостатки в этой сфере могут привести к авариям с человеческими жертвами и материальным ущербом, ухудшая социальную стабильность и доверие к транспортной системе в целом. Следовательно, комплексное рассмотрение и решение проблем безопасности городской электрички является одним из ключевых условий устойчивого развития и повышения качества жизни населения Екатеринбурга [5].

Таким образом, актуальность и важность темы обусловлены масштабом перевозок, значением электричек в транспортной системе города и необходимостью минимизации рисков, связанных с безопасностью. Это делает проблему приоритетной для исследования, планирования и внедрения эффективных мер управления безопасностью в городской пригородной железнодорожной сети.

На сегодняшний день можно выделить следующие проблемы городской и пригородной электрички в г. Екатеринбурге:

1. Техническое состояние подвижного состава. Старый подвижной состав труднее содержать в хорошем состоянии. Конструкция старых вагонов зачастую не соответствует современным требованиям комфорта и безопасности. Такие составы оказывают большое шумовое загрязнение. Это особенно остро ощущается в жилых районах, через которые проходят линии, например в районах станций Керамик, Вторчермет и ВИЗ.

2. Неудовлетворительное состояние инфраструктуры (пассажирские станции, пути). Многие станции и пути находятся в ветхом состоянии: разбитые платформы, трещины в асфальте, недостаточное ограждение. Это создает прямую угрозу для пассажиров, особенно в темное время суток или в непогоду, когда риск оступиться или получить травму многократно возрастает.

3. Уровень железнодорожной платформы не соответствует уровню вагона. Для пассажиров с колясками, велосипедами или тяжелым багажом

это становится непреодолимым барьером и источником повышенной опасности, что приводит к задержкам при посадке-высадке, а также падениям и травмам в неблагоприятных погодных условиях.

4. Отсутствие системы подтверждения полного закрытия и блокировки дверей перед отправлением. Автоматическое, а зачастую и внезапное закрытие дверей без сигнала или контроля со стороны пассажиров приводит к травмам (защемление рук, сумок)

5. Удаленность многих станций от основной городской транспортной инфраструктуры и отсутствие освещения. Это снижает транспортную доступность и создает ощущение незащищенности, способствует росту правонарушений и напрямую угрожает личной безопасности людей, особенно в вечернее время.

6. Проблема зацепинга. Зацеперы – любители катания снаружи железнодорожных вагонов, в т. ч. на крыше. Это крайне опасное увлечение, которое часто приводит к травмам и гибели, особенно среди подростков.

Для комплексного решения проблем безопасности предлагается ряд технических и инфраструктурных мероприятий, направленных на снижение рисков травматизма и повышение общего уровня безопасности пассажиров:

1. Модернизация подвижного состава. Ключевым направлением является внедрение вагонов пониженного пола (низкопольных). Данная мера позволит минимизировать перепад высот между платформой и вагоном, что ускорит и обезопасит процессы посадки и высадки, а также сделает транспорт доступным для маломобильных групп населения.

2. Внедрение интеллектуальных систем контроля доступа. Для предотвращения инцидентов, связанных с дверьми, предлагается оснастить вагоны автоматизированной системой на основе компьютерного зрения. Система должна в режиме реального времени анализировать процесс закрытия дверей, подтверждать их полное и корректное блокирование и передавать соответствующий сигнал машинисту, блокируя возможность отправления при неисправности.

3. Оптимизация внутреннего пространства вагонов. Для повышения устойчивости пассажиров при движении, особенно в зонах повышенной проходимости, необходимо провести редизайн системы поручней и кресел. Установка дополнительных и эргономично расположенных поручней, в первую очередь в тамбурных зонах, позволит значительно снизить риск падений и травм.

4. Модернизация пассажирских платформ. Платформы должны быть реконструированы с приведением их в соответствие с современными стандартами: обеспечена ровная, нескользящая поверхность для предотвращения падений, а также понижена их высота для создания единого уровня с полом низкопольных вагонов, что окончательно устранит необходимость использования ступенек.

5. Обеспечение безопасности на прилегающих территориях. Для создания безопасной логистики на подходах к станциям необходимо организовать комплексное освещение. Данная мера направлена на снижение риска совершения правонарушений и способствует формированию у пассажиров чувства защищенности.

6. Профилактика актов вандализма и зацепинга. Для борьбы с опасными формами поведения предлагается внедрить систему видеомониторинга с элементами искусственного интеллекта.

В целом, предложенные меры представляют собой сбалансированный и многоаспектный подход, который обеспечивает снижение ключевых рисков безопасности и способствует формированию надежной, удобной и современной системы пригородных железнодорожных перевозок. Их внедрение требует координации между транспортными организациями, органами власти и общественностью, при этом значительный упор сделан на технические инновации и системную модернизацию инфраструктуры.

Таким образом, реализация данных мер является необходимым условием повышения безопасности городской электрички в Екатеринбурге, что напрямую влияет на улучшение качества жизни населения и повышение эффективности устойчивого развития транспортной системы в регионе.

Список источников

1. Безопасность в общественном транспорте как фактор привлекательности общественного мнения [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3SUxSw (дата обращения: 19.11.2025).

2. Анализ нарушений правил безопасности движения поездов и эксплуатации железнодорожного транспорта в границах ответственности МТУ Ространснадзора по ДФО за январь 2024 г.) [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3Rpvge (дата обращения: 19.11.2025).

3. Решение Думы Екатеринбурга от 25.05.2018 № 12-81_1 по вопросам безопасности транспорта [Электронный ресурс]. URL: https://egd.ru/files/unidoc/ResolutionDuma_25.05.2018_12-81_1.docx (дата обращения: 19.11.2025).

4. Диссертация по вопросам безопасности труда на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3RnJaY (дата обращения: 19.11.2025).

5. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года // Министерство транспорта Российской Федерации : [сайт]. URL: https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010 (дата обращения: 13.02.2026).

Научная статья
УДК 630*36

СРЕДОЩАДЯЩИЕ ДВИЖИТЕЛИ ЛЕСНЫХ МАШИН

Владимир Михайлович Дьяченко[1], Артем Анатольевич Хохлов[2], Илья Сергеевич Должиков[3], Ольга Ивановна Григорьева[4]
[1] Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия
[2] Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия
[3] Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия
[4] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1] Volodya.Dyachenko1986@mail.ru
[2] T.igorevna123@yandex.ru
[3] idolzhikov@mail.ru
[4] grigoreva_o@list.ru

Аннотация. Рассмотрены различные варианты эластичных движителей для лесных машин, позволяющие значительно снижать негативное воздействие на лесные почвогрунты. Данные движители рекомендуется использовать для оснащения лесных машин, работающих в условиях особенно уязвимых почв Крайнего Севера.

Ключевые слова: эластичные движители, пневматические гусеницы, гусеницы низкого давления

Благодарности: работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства».

Для цитирования: Средощадящие движители лесных машин / В. М. Дьяченко, А. А. Хохлов, И. С. Должиков, О. И. Григорьева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 748−752.

© Дьяченко В. М., Хохлов А. А., Должиков И. С., Григорьева О. И., 2026

Original article

ENVIRONMENT-SPARING LOCOMOTORS OF FOREST MACHINES

Vladimir M. Dyachenko[1], Artyom A. Khokhlov[2], Ilya S. Dolzhikov[3], Olga I. Grigorieva[4]
[1] Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design, St. Petersburg, Russia
[2] Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia
[3] St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia
[4] St. Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
[1] Volodya.Dyachenko1986@mail.ru
[2] T.igorevna123@yandex.ru
[3] idolzhikov@mail.ru
[4] grigoreva_o@list.ru

Abstract. Various variants of elastic locomotors for forest machines are considered, which can significantly reduce the negative impact on forest soils. It is recommended to use these locomotors to equip forest machines operating in conditions of particularly unstable soils in the Far North.

Keywords: elastic locomotors, pneumatic tracks, low pressure tracks

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry".

For citation: Sredoshhadyashhie dvizhiteli lesny`x mashin [Environment-sparing locomotors of forest machines] (2026) V. M. Dyachenko, A. A. Khokhlov, I. S. Dolzhikov, O. I. Grigoreva. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 748–752. (In Russ).

В настоящее время экологические проблемы освоения лесов, в т. ч. лесов на многолетней мерзлоте, встают все острее. Даже если не проводить в них рубки спелых и перестойных насаждений в теплый период года, множество лесохозяйственных работ с использованием мощных лесных машин достаточно тяжелы, выполнять их на талом слое сезонной мерзлоты необходимо – рубки ухода за лесом, очистка мест рубок и гарей, противопожарное обустройство и т. п. При этом достаточно часто почвогрунтам наносится очень значительный ущерб, существенно замедляющий, а то и вовсе прекращающий лесовосстановительный процесс [1–3].

Опыт ряда смежных отраслей – нефтегазовых, строительных, добывающих компаний, показывает, что экологический ущерб от воздействия движителей тяжелых лесных машин можно снизить за счет использования специальных движителей. Причем для лесозаготовительной отрасли это не новое, а скорее хорошо забытое старое направление. Например, известно, что еще в СССР для оснащения тяжелых гусеничных тракторов ТТ-4 (производства Алтайского тракторного завода) был опыт использования уширенных несимметричных бесшарнирных резинометаллических гусениц ленточного типа (состоящих из резинокордной ленты, упругих элементов, тяговых элементов и грунтозацепов). Такой вариант движителя позволял повысить проходимость машины, снизить его вес, а значит и расход топлива, повысить рабочие скорости движения при одновременном снижении динамических нагрузок в ходовой части [4, 5].

К сожалению, этот опыт был забыт вместе с общим упадком российского лесного машиностроения. Но во многом связанное с современными санкциями западных стран возвращение в лесозаготовительную отрасль лесных гусеничных машин требует анализа возможности и целесообразности использования для их оснащения эластичных движителей, основу которых составляют полимерные и металлические материалы. Теоретически такой принцип построения конструкции дает возможность разработки оптимальных по прочности и эксплуатационным (высокой проходимости и низкой степени воздействия на почвогрунты) свойствам движителей для различных природно-производственных условий.

К таким конструкциям движителей относятся пневматические гусеницы, эластичные ленточные гусеницы и пневмотраки.

В пневматических гусеницах в качестве рабочего тела используют оболочки с избыточным внутренним давлением. Такая конструкция движителя позволяет увеличивать рабочие скорости движения машин до трех раз за счет значительного снижения сопротивления движению в условиях слабонесущих почвогрунтов, и при этом существенно снизить негативное воздействие на них. Опыт эксплуатации машин, оснащенных такими движителями, показывает значительное снижение шума, повышение плавности хода и существенное снижение нагрузок в ходовой части.

По конструкции пневматические гусеницы подразделяются на трубчатые и секционные. Трубчатые пневматические гусеницы состоят обычно из нескольких соединенных друг с другом замкнутых трубчатых пневматических емкостей, с размером по длине равным периметру обвода по каткам гусеничного движителя. Емкость трубчатой пневматической гусеницы представляет собой гибкую оболочку, состоящую из покрышки, с заключенными в ней несколькими воздушными камерами. Секционные пневматические гусеницы представляют собой гусеничную цепь, включающую несколько изолированных пневматических емкостей – пневмотраков, каждый из которых состоит из покрышки и воздушной камеры.

К основным достоинствам трубчатых пневматических гусениц, прежде всего, относят их универсальность, благодаря которой она может эффективнее колесного движителя и гусеничного металлического движителя работать на любых поверхностях движения. У них значительно лучше проходимость на слабонесущих почвогрунтах за счет более равномерного распределения давления по площади контакта движителя с поверхностью движения, что, вкупе со значительно меньшей массой, приводит к намного более щадящему воздействию на почвогрунты.

Кроме этого, благодаря отсутствию шарниров, трения в них, жесткого контакта с поверхностью движения, как у металлической гусеницы, трубчатые пневматические гусеницы обладают большей надежностью. К их недостаткам, прежде всего, можно отнести сложность конструкции, а также возможность проколов, которые достаточно сложно чинить.

Секционные пневматические гусеницы, по сравнению с рассмотренными выше трубчатыми, имеют больший КПД и лучшую ремонтопригодность при проколах. Но также у них большие масса и габариты, кроме того, при эксплуатации отмечается повышенный абразивный износ пневмотраков и шарниров несущих цепей.

Эластичные ленточные гусеницы подразделяются по виду армирующего их элемента на резинометаллические и резинокордные. Кроме того, эластичные ленточные гусеницы могут конструктивно выполняться из одной или нескольких параллельных лент. К основным достоинствам эластичных ленточных гусениц принято относить, прежде всего, высокий КПД, отсутствие проколов и абразивного износа.

Направленный патентный поиск показал, что конструкций пневматических и эластичных гусеничных движителей разработано достаточно большое количество. Часть разработанных конструкций выпускается серийно и успешно эксплуатируется на вездеходных машинах, в тяжелых условиях.

Это позволяет утверждать, что оснащение лесных машин рассмотренными в статье средощадящими гусеничными движителями является перспективным не только с точки зрения их экологической, но и эксплуатационной эффективности за счет снижения расхода топлива, повышения рабочих скоростей движения, и снижения нагрузок в ходовой части.

Список источников

1. Оценка работоспособности трасс движения лесных машин на склоне оттаивающего почвогрунта с учетом маневрирования движителя / В. Я. Шапиро, М. С. Новиков, И. В. Григорьев [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. 43, № 2. С. 77–84.

2. Оценка значимости геотехнических факторов лесозаготовительных работ на склонах криолитозоны / В. Я. Шапиро, А. Ю. Гурьев, В. А. Калябшов [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2025. № 2 (66). С. 92–100.

3. Особенности взаимодействия движителя лесной машины при маневрировании на склоне криолитозоны при циклических нагрузках / В. Я. Шапиро, И. В. Григорьев, М. С. Новиков [и др.] // Resources and Technology. 2025. Т. 22, № 2. С. 128–148.

4. Достоинства и недостатки колесных и гусеничных лесозаготовительных машин на российском рынке в современный период / И. С. Должиков, А. С. Дмитриев, В. М. Дьяченко [и др.] // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сборник материалов по итогам XXX Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 52–57.

5. Влияние типа движителя трактора на уплотнение почвогрунта на склонах многолетней мерзлоты / А. Ю. Гурьев, В. Я. Шапиро, В. А. Каляшов [и др.] // Инженеры России и Беларуси: сила в сотрудничестве : материалы Международной научно-практической конференции. Архангельск, 2024. С. 70–73.

Научная статья
УДК 621.45.038.74

ОПЫТ ВОРОНЕНИЯ СТАЛИ

Владимир Валерьевич Иванов[1], Евгений Андреевич Боярских[2], Владимир Владимирович Илюшин[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] atos.fira@yandex.ru
[2] gora030415@gmail.com
[3] ilushinvv@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены технологии воронения стали. Выбраны оптимальные, для имеющихся возможностей и заданных потребностей, технологии. Оценена эффективность выбранных технологий. Разработана эффективная схема воронения для заданных условий эксплуатации.

Ключевые слова: воронение, матрица, полиуретан, сцепление

Для цитирования: Иванов В. В., Боярских Е. А., Илюшин В. В. Опыт воронения стали // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 753−756.

Original article

STEEL BLUING EXPERIENCE

Vladimir V. Ivanov[1], Evgeny A. Boyarskikh[2], Vladimir V. Ilyushin [3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] atos.fira@yandex.ru
[2] gora030415@gmail.com
[3] ilushinvv@m.usfeu.ru

Abstract. Steel bluing technologies are considered. Optimal technologies for existing capabilities and specified needs are selected. The effective scheme of bluing for the specified operating conditions is developed.

Keywords: bluing, matrix, polyurethane, adhesion

For citation: Ivanov V. V., Boyarskikh E. A., Ilyushin V. V. (2026) Opy`t voroneniya stali [Steel bluing experience]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 753–756. (In Russ).

© Иванов В. В., Боярских Е. А., Илюшин В. В., 2026

Для получения защитных и декоративных покрытий создаются оксидные пленки на поверхности изделия в результате протекания окислительно-восстановительной реакции. Процесс получения на поверхности стали или чугуна слоя оксидов железа толщиной до 10 мкм называется воронение, или чернение. От толщины слоя зависит его цвет – так называемые цвета побежалости, сменяющие друг друга по мере роста пленки (желтый, бурый, вишневый, фиолетовый, синий, серый).

Последние десятилетия все более широкое применение получают изделия из полимерных материалов. В частности, из полиуретана изготавливают детали, работающие в условиях высоких нагрузок и износа. Ключевые характеристики полиуретана, определяющие его конкурентные преимущества перед резиной и другими пластмассами [1]:

– рабочая температура: от –60 до +120 °С, кратковременно до +140 °С;

– устойчивость к маслам, ультрафиолетовому излучению, воде, микроорганизмам;

– диэлектрические свойства, стойкость к абразивному износу;

– высокая прочность на разрыв и сопротивление многократным деформациям;

– возможность точной заливки под заданную геометрию.

Такие характеристики обусловили применение полиуретана для изготовления сальники кабельного ввода (СКВ) для бурового оборудования в нефтяной и газовой промышленности.

Формы – матрицы для заливки полиуретаном – ранее поставлялись из-за рубежа, но в условиях санкций многие предприятия запустили процессы реверс-инжиниринга и начали справляться собственными силами, либо заказывать изготовление таких форм.

Одно из предприятий города Екатеринбург, занимающееся производством и поставкой СКВ, обратилось в СКБ «Механик» с проблемой сцепления полиуретановой отливки с внутренней поверхностью формы для литья. В ходе изучения вопроса проанализирована технология литья полиуретана и установлено, что температура исходных материалов – полиуретана, отвердителя и красителя – в технологическом процессе составляет порядка 140-150 °С. В таких условиях полиуретан активно взаимодействует со стальной формой для литья и надежно сцепляется с ней. Также установлено, что проблемы сцепления не было при литье в оригинальные матрицы. Сделаны выводы, что оригинальные матрицы подвергались воронению с целью предотвращения адгезии полиуретана и стали.

Изучены различные виды и технологии [2–4] и сформированы три схемы, которые можно реализовать в имеющихся условиях: одна методом «холодного» воронения и две схемы «термического» воронения.

Холодное воронение реализовали жидкостью NANOPROTECH:

– шлифование наждачной бумагой зернистостью 1000;

– обезжиривание при помощи средства Azelit антижир и промывание в холодной проточной воде в течение 10 мин;

– нанесение на все поверхности средства NANOPROTECH кистью;

– выдержка с постоянным обновлением в течение не менее 20 мин;

– промывание в ванне с водой.

При термическом воронении формы-матрицы также, как и при холодном, вначале проводили шлифование, обезжиривание и погружение в льняное масло, а далее две схемы.

Схема 1:

– формы извлекаются из емкости с маслом и помещаются в печь, имеющую температуру 350 °С;

– выдерживается в печи в течение 25-30 минут до потемнения;

– извлекается и охлаждается на открытом воздухе.

Матрица размещалась в печи на цилиндрической поверхности, поэтому масло стекало по наружному и внутреннему диаметрам и скапливалось в виде утолщенных желеобразных полос, которые легко снимались при протирании ветошью и под ними наблюдали отсутствие защитного покрытия.

Схема 2:

– после извлечения из масла его излишки собираются с формы при помощи ветоши;

– форма устанавливается в печи, имеющей температуру 350 °С, на торцевую поверхность, для равномерного стекания масла без возможности концентрации его на локальных участках;

– выдерживается в печи в течение 25-30 минут до потемнения;

– извлекается и охлаждается на открытом воздухе.

По схеме 3 после охлаждения форму промывали в содовом растворе и повторно подвергали еще двум циклам воронения.

Заливка полиуретана в матрицы, подвергнутые воронения, показала следующие результаты:

– форма, подвергнутая холодному воронению после второй заливки, «сцепилась» с залитым полиуретаном, т. е. пришла в негодность;

– после термического воронения по схеме 1 в форму полиуретан не заливали, т. к. это заведомо привело бы к схватыванию полиуретана в зонах отсутствия защитного покрытия;

– термическое воронение по схеме 2 оказалось наиболее эффективным и выдержало семь заливок полиуретаном.

На основе анализа результатов выполненной работы и обзора сети «Интернет» принята следующая технология воронения форм:

– шлифование наждачной бумагой зернистостью 1000;

– обезжиривание при помощи средства Azelit антижир и промывание в холодной проточной воде в течение 10 мин;

– предварительный подогрев заготовки в муфельной печи до температуры 180-200 °С;

– погружение в льняное масло с последующим охлаждением до комнатной температуры;

– далее по режиму термического воронения с однократным циклом нагрева.

Форма-матрица, подвергнутая воронению по модернизированной технологии, выдержала свыше 30 заливок полиуретаном и используется в настоящее время.

Список источников

1. Изделия из полиуретана ООО «СнабПолимерДеталь» // ООО «СПД» : [сайт]. URL: https://www.snabpd.ru (дата обращения: 30.11.2025).

2. Воронение. Большая советская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. Изд. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1969 // Российская государственная библиотека : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RoPoL (дата обращения: 14.02.2026).

3. Как воронить металл в домашних условиях // ООО «Роста» : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RpvsF (дата обращения: 30.11.2025).

4. Воронение металла: задачи и способы // ООО «ВТ-МЕТАЛЛ» : [сайт]. URL: https://vt-metall.ru/articles/voronenie-metalla/ (дата обращения: 30.11.2025).

Научная статья
УДК 656.13:658.382.3

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГ

Ольга Анатольевна Иванова[1], Ольга Анатольевна Пыталева[2], Николай Павлович Безсолицин[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ivanova8act@gmail.com
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru
[3]niibd@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ нормативной документации по вопросу проведения предрейсового инструктажа перед отправлением водителей в рейс и определения опасных участков на маршруте.

Ключевые слова: опасные участки, аварийность, систематический анализ

Для цитирования: Иванова О. А., Пыталева О. А., Безсолицин Н. П. Современные подходы к определению опасных участков дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 757−761.

Original article

MODERN APPROACHES TO IDENTIFYING HAZARDOUS ROAD SECTIONS

Olga A. Ivanova[1], Olga A. Pytaleva[2], Nikolay P. Bezsolitsyn[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ivanova8act@gmail.com
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru
[3] niibd@mail.ru

Abstract. An analysis of regulatory documentation on the issue of conducting pre-trip briefings for drivers before sending them on a trip and identifying hazardous sections along the route was conducted.

Keywords: hazardous sections, accident rate, systematic analysis

© Иванова О. А., Пыталева О. А., Безсолицин Н. П., 2026

For citation: Ivanova O. A., Pytaleva O. A., Bezsolitsyn N. P. (2026) Sovremenny ' e podxody ' k opredeleniyu opasny 'x uchastkov dorog [Modern approaches to identifying hazardous road sections]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 757–761. (In Russ).

Обеспечение безопасности дорожного движения является ключевой задачей государства и общества. Особое внимание уделяется идентификации и профилактике опасных участков дорог и мест концентрации дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Несмотря на существующие нормативно-правовые акты и методики, точное и своевременное выявление таких участков продолжает оставаться сложной задачей [1–3].

Приказ Минтранса РФ № 145 от 30.04.2021 обязывает субъектов транспортной деятельности информировать водителей о наличии опасных участков [2] и мест концентрации ДТП в рамках предрейсового инструктажа. Однако этот приказ не определяет четкие критерии для идентификации опасных участков, что создает значительные трудности в его применении.

Федеральным законом № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» место концентрации ДТП определено как участок дороги длиной не более 1 км за пределами населенного пункта или не более 200 м внутри него, где в течение года произошли три и более однотипных ДТП или пять различных видов ДТП [1]. Хотя такое определение кажется ясным, оно имеет существенные ограничения:

− основывается исключительно на статистических данных предыдущего года, что затрудняет быстрое выявление новых угроз;

− данные о ДТП могут быть неполными или неточными, особенно в удаленных и слабо населенных регионах.

Для определения потенциально опасных участков дорог применяются разнообразные методы, каждый из которых имеет свои особенности и сферы применения.

Статистический анализ ДТП

Метод предполагает изучение статистики дорожно-транспортных происшествий на конкретных участках дорог. Основными параметрами являются частота и характер аварий. Частота ДТП – число происшествий на данном участке за определенный период времени, характер ДТП описывает причины аварий.

Преимущества метода: простота реализации, возможность оценить общий уровень аварийности на участке.

Недостатки метода: требует значительных временных затрат на сбор и обработку данных, может давать искаженную картину, если статистика собирается неправильно или охватывает короткий временной промежуток.

Расчет коэффициента аварийности

Метод заключается в расчете соотношения числа произошедших ДТП к общему объему транспортного потока на исследуемом участке.

Преимущества метода: объективность и простота вычислений, способность оценивать относительную опасность участка независимо от абсолютного числа аварий.

Недостатки метода: высокая зависимость от точности измерений объема движения, возможно несоответствие фактическому уровню риска из-за неоднородности транспортного потока.

Картографическое моделирование

Метод построения карт распределения уровней опасности на дорогах с учетом реальных данных о происшествиях, плотности автомобильного движения, особенностях ландшафта и других факторов. Используются ГИС (географические информационные системы), где каждое событие маркируется на карте, визуально представляя распределение опасных зон.

Преимущества метода: наглядность и доступность визуализаций, возможность учета большого числа переменных одновременно.

Недостатки метода: высокие требования к качеству исходных данных, потребность в специализированном программном обеспечении и квалифицированном персонале.

Экспертные оценки

Метод основан на привлечении профессиональных специалистов, обладающих знаниями и опытом в области БДД. Эксперты проводят обследование участка, оценивают его характеристики и формируют выводы о степени опасности. Часто применяется качественный подход, при котором учитываются индивидуальные факторы риска, такие как условия освещения, состояние покрытий, плотность населения и другие обстоятельства.

Преимущества метода: гибкость и адаптивность к конкретной ситуации, учет специфических локальных факторов, которые трудно учесть методами массового анализа.

Недостатки метода: субъективность результата, зависящего от компетентности эксперта, невозможность масштабного применения для крупных территорий.

Разберем основные проблемы, мешающие успешной идентификации опасных участков.

Отсутствие единого стандарта. Во многих субъектах Российской Федерации применяются собственные методики и подходы к определению опасных участков. Каждый регион разрабатывает собственные процедуры и показатели, что приводит к несоответствиям и проблемам сопоставимости

данных. Единая государственная методика оценки и классификации опасных участков отсутствует, создавая барьеры для сравнения и обобщения информации.

Субъективность оценок. Значительная доля оценочных исследований основана на мнениях экспертов и инспекторов, чьи заключения зависят от индивидуального восприятия и профессионального опыта. Решения принимаются чаще всего индивидуально, без четких критериев и регламента, что снижает объективность оценки.

Недостаточность данных. Сбор качественной и полной информации о состоянии дорог и уровнях риска является важным условием правильной идентификации опасных участков. Но многие территории испытывают дефицит необходимых сведений. Причины: недостаточно развернутая инфраструктура мониторинга состояния дорог, низкий уровень технической оснащенности региональных подразделений ГИБДД и иных контролирующих органов, запаздывающая актуализация имеющихся данных.

Незавершенность правового регулирования. Нормативные акты содержат общие принципы, но лишены детальности, что осложняет исполнение обязанностей и порождает разночтения. Одним из главных препятствий на пути эффективного управления безопасностью дорожного движения является отсутствие однозначного понимания термина «опасный участок».

Ранее существовал Приказ Минтранса РФ от 08 января 1997 г. № 2 «Положение об обеспечении безопасности перевозок пассажиров автобусами» [2], который в пункте 1.2.5 определял понятие следующим образом: «Опасные участки – участки автомобильных дорог, проезд по которым сопряжен с повышенным риском вовлечения в дорожно-транспортные происшествия либо повышенной тяжестью их последствий: участки, движения по которым связанно с существенным изменением режимов движения; участки, на которых установлены или должны быть установлены предупреждающие дорожные знаки или проведены иные организационно-технические мероприятия» [2].

Рекомендуемые направления совершенствования.

1. Предлагается расширить цитату из Приказа Минтранса РФ № 2 от 08.01.1997 и дополнить пояснения касательно опасности участков и возможных мер, которые могли бы применяться на практике:

Опасные участки [2] – это участки автомобильных дорог, проезд по которым сопряжен с повышенным риском попадания в дорожно-транспортные происшествия либо повышенной тяжестью их последствий. К таким участкам относятся:

− участки, движение по которым связано с существенными изменениями режимов движения. Примеры таких участков – крутые повороты, сужения полосы движения, развязки и пересеченные профили дороги, где водители вынуждены изменять скорость и траекторию своего движения;

− участки, на которых установлены или должны быть установлены предупреждающие дорожные знаки. Сюда входят зоны с ограниченной видимостью, зоны ремонта, участки с неровностями покрытия, места перехода детей через дорогу, мосты и тоннели, участки возле железнодорожных переездов и прочие подобные объекты;

− участки, требующие проведения организационно-технических мероприятий. Организационными мероприятиями могут быть ограничение скорости, введение специального режима проезда, установление приоритета в движении. Технические мероприятия подразумевают укрепление полотна дороги, нанесение специальной разметки, устройство осветительного оборудования, строительство защитных сооружений и другие инженерные решения.

Кроме того, в категорию опасных участков попадают и такие зоны, где зарегистрированы повторяющиеся случаи нарушений ПДД, наблюдаются частые отказы техники или другие негативные явления, создающие угрозу безопасности участников дорожного движения.

2. Необходимо разработать единую методологию идентификации опасных участков, включающую количественные показатели и алгоритмы обработки данных. Такая методика должна быть доступна всем участникам транспортного рынка и регулярно пересматриваться с учетом накопленного опыта.

3. Интеграция с Федеральной Информационно-Государственной системой (ФИГИЗ). Необходима интеграция собранных данных с существующими государственными системами для оптимального распределения ресурсов и взаимодействия служб, обеспечивающих безопасность дорожного движения.

4. Специалисты по безопасности дорожного движения нуждаются в повышении квалификации и обучении современным методикам анализа данных, что повысит качество проводимых инструктажей и снизит риски совершения ошибок и попадания в ДТП.

Список источников

1. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ // Гарант : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RoSv4 (дата обращения: 14.10.2025).

2. Об утверждении Положения об обеспечении безопасности перевозок пассажиров автобусами : Приказ РФ от 08.01.1997 № 2 // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/9043052 (дата обращения: 05.11.2025).

3. О введении в действие «Рекомендаций по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» : Распоряжение от 24.06.2002 № ОС-557-р // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/901963845 (дата обращения: 05.11.2025).

Научная статья
УДК 656.052.8

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВЫГОРАНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Марина Дмитриевна Иконникова[1], Александр Константинович Калинин[2], Ольга Сергеевна Гасилова[3], Иван Алексеевич Пыталев[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] marina_ikonnikova_19@list.ru
[2] kalininsascha13@gmail.com
[3] gasilovaos@m.usfeu.ru
[4] vehicle@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрено влияние эмоционального выгорания и профессионального стресса у водителей на вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Для повышения безопасности дорожного движения необходимо проводить обучение с водительским составом на предприятиях по специально разработанным программам.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, водитель, транспортное средство, эмоциональное выгорание

Для цитирования: Эмоциональное выгорание водителей как одна из причин дорожно-транспортных происшествий / М. Д. Иконникова, А. К. Калинин, О. С. Гасилова, И. А. Пыталев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 762−766.

Original article

EMOTIONAL BURNOUT OF DRIVERS AS ONE OF THE CAUSES OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Marina D. Ikonnikova[1], Alexander K. Kalinin[2], Olga S. Gasilova[3], Ivan A. Pytalev[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] marina_ikonnikova_19@list.ru
[2] kalininsascha13@gmail.com
[3] gasilovaos@m.usfeu.ru
[4] vehicle@list.ru

Abstract. The article examines the impact of emotional burnout and occupational stress among drivers on the likelihood of road traffic accidents. To improve

© Иконникова М. Д., Калинин А. К., Гасилова О. С., Пыталев И. А., 2026

road safety, it is necessary to conduct training with the driving staff at enterprises according to specially developed programs.

Keywords: road traffic accident, driver, vehicle, emotional burnout

For citation: E`mocional`noe vy`goranie voditelej kak odna iz prichin dorozhno-transportny`x proisshestvij [Emotional burnout of drivers as one of the causes of road traffic accidents] (2026) M. D. Ikonnikova, A. K. Kalinin, O. S. Gasilova, I. A. Pytalev. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 762–766. (In Russ).

Состояние безопасности дорожного движения во многом определяется дисциплиной и уровнем профессионального мастерства водителей. В России более 80 % дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходит по причине нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств. К этому можно отнести нарушение скоростного режима, нарушение дистанции, выезд на встречную полосу, вождение в нетрезвом состоянии. Некоторые исследователи считают, что причинам ДТП могут способствовать стресс и эмоциональное выгорание водителей. На рис. 1 представлена статистика ДТП по некоторым регионам Российской Федерации.

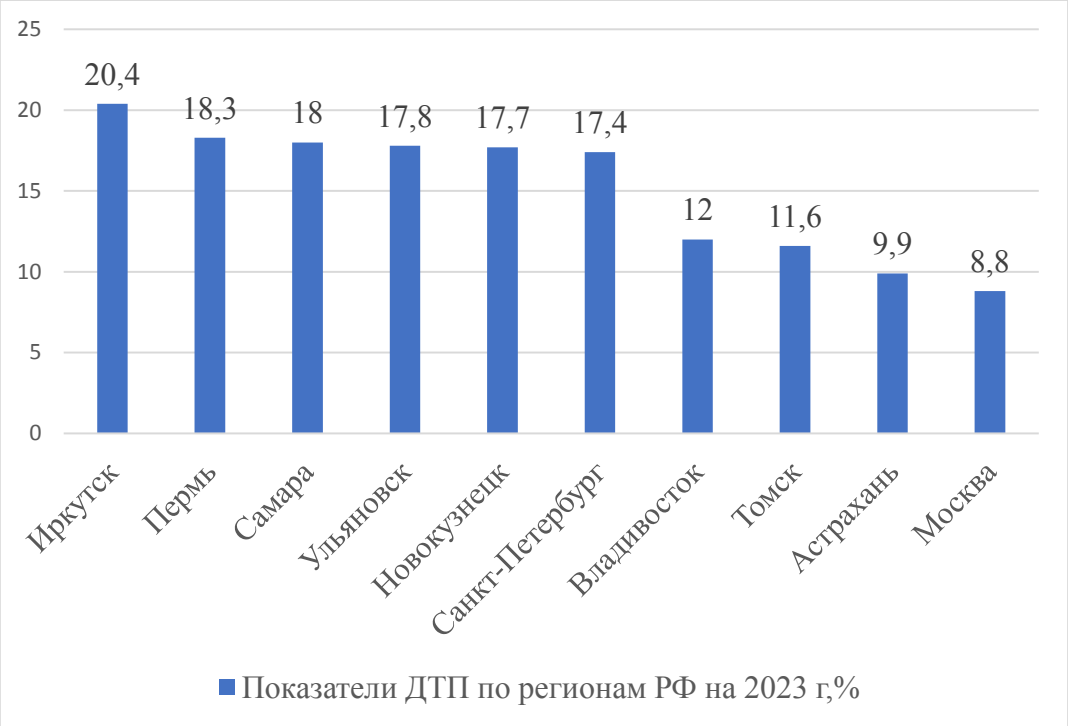


Рис. 1. Показатели дорожно-транспортных происшествий за 2023 г.

По представленным данным мы можем сделать вывод, что наибольшая аварийность наблюдается на дорогах в таких городах, как Иркутск, Пермь

и Самара, что может свидетельствовать о высоком уровне риска ДТП в этих городах из-за состояния дорог, стиля вождения участников движения и инфраструктуры. Наименьшие показатели по ДТП зафиксированы в Москве, Астрахани, Томске и Владивостоке, что говорит о более эффективной организации дорожного движения, а также безопасном поведении водителей. При этом по статистике каждая вторая авария произошла из-за того, что участники дорожного движения не смогли разъехаться на перекрестке, что составляет в соотношении к общему числу 46,9 %, на втором месте – превышение скорости, что составляет 24,1 %, а на третьем месте – несоблюдение сигналов светофоров (11,4 %). Среди участников ДТП было определено, что причины были спровоцированы в большей степени неопытностью водителей, а также усталостью или эмоциональным выгоранием и стрессом [1].

Сейчас ученые все больше уделяют внимание исследованиям, которые направлены на выявления причин и снижения влияния факторов на стрессовое состояние водителей. Выделен также отдельный термин в медицине труда: «профессиональный стресс», который подразумевает состояние психоэмоционального напряжения, возникающее у человека в процессе трудовой детальности, что обусловлено длительным негативным воздействием окружающей его среды. Доктор медицинский наук И. В. Федотова, кандидат биологических наук М. М. Некрасова и другие исследовали выделяют, что все более существенное значение в механизмах развития профессионального стресса стало уделяться не только психоэмоциональным нагрузкам, но и другим вредным профессиональным факторам, которые могут влиять на ментальное и физическое здоровье человека. На рис. 2 выделены основные факторы, влияющие на состояние водителей [2].



Рис. 2. Факторы, которые негативно влияют на состояние водителей

В совокупности негативные факторы влияют на моральное состояние человека, если не уменьшать их воздействие, то у водителей транспортных средств снижается внимательность, быстрота реагирования на дорожные ситуации, повышается рассеянность и паника, в совокупности это приводит к дорожно-транспортным происшествиям. К примеру, для снижения негативных факторов на стрессовое и эмоциональное состояние водителей в странах Европы предусмотрен курс по контраварийному вождению. Он предполагает, что если человек будет заранее подготовлен к сложным метеорологическим условиям, непредвиденным ситуациям, то на дороге в подобных случаях человек, управляющий автотранспортом, сможет отреагировать без стресса и паники, следовательно, ДТП можно будет избежать [3].

Снижение числа дорожно-транспортных происшествий на практике можно рассмотреть на примере ООО ТК «КИТ». Компания доставляет грузы своим клиентам, используя оптимальный вид транспорта для быстрой и бережной доставки. ТК «КИТ» осуществляет перевозки как в России, так и по странам ЕАЭС. Так, для безопасной перевозки грузов с 2025 г. в компании проводится двадцати часовое обучение по безаварийному вождению, подобному программам зарубежных коллег. На рис. 3 можно увидеть, как данная программа влияет на количество дорожно-транспортных происшествий с участием водителей ТК «КИТ».

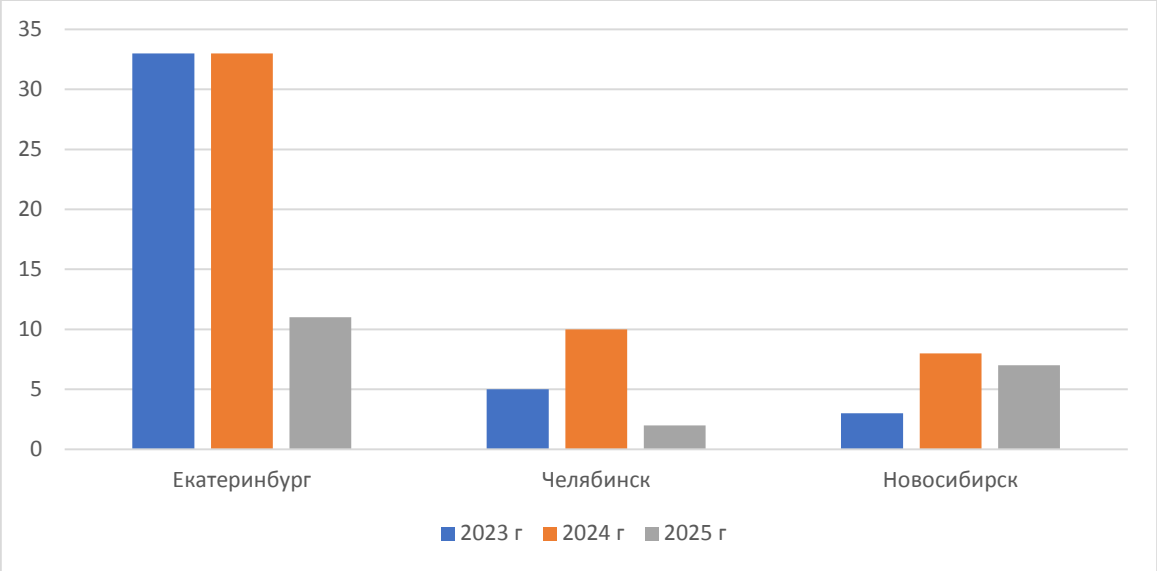


Рис. 3. Количество ДТП в ТК «КИТ»

По представленным данным видно, что внедрение программы обучения для водителей с целью снижения дорожно-транспортных происшествий в 2025 г. привело к сокращению аварий с участием автотранспорта ТК «КИТ» в Екатеринбурге и Челябинске почти в три раза, что говорит об эффективности данного нововведения в практике деятельности компании.

Таким образом, хроническое воздействие негативных факторов приводит к увеличению профессионального стресса и эмоционального выгорания водителей, что в дальнейшем становится причиной снижения работоспособности, скорости реагирования и внимания на дороге и, следовательно, возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Список источников

1. Игнатова О. Неопытность, усталость и стресс водителя: названы главные причины ДТП // RG.RU : [сайт]. URL: https://rg.ru/2023/12/27/neopytnost-ustalost-i-stress-voditelia-nazvany-glavnye-prichiny-dtp.html (дата обращения: 20.10.2025).

2. Федотова И. В., Некрасова М. М., Полевая С. А. Профессиональный стресс у водителей // Панорама. 2021. № 4. URL: https://panor.ru/articles/professionalnyy-stress-u-voditeley/59433.html# (дата обращения: 20.10.2025).

3. Кириллова Е. С., Сериков С. А. Интеллектуальная система безопасности водителя, использующая обнаружение усталости // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 4–3 (91). С. 7–10.

Научная статья
УДК 004.08

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДЕ ЕКАТЕРИНБУРГЕ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Александра Александровна Колоколова[1], Анастасия Владимировна Чащина [2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kolokolova2003@mail.ru
[2] chashchinaav@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные технологии обеспечения безопасности дорожного движения, примеры их успешного внедрения на российских дорогах, потенциальные преимущества и недостатки от реализации данных методов в дорожной сети города Екатеринбурга.

Ключевые слова: «умные» светофоры, искусственный интеллект, V2X, «умные» дороги, статистика ДТП

Для цитирования: Колоколова А. А., Чащина А. В. Пути повышения безопасности дорожного движения в городе Екатеринбурге посредством внедрения современных технологий // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 767−771.

Original article

WAYS TO IMPROVE ROAD SAFETY IN EKATERINBURG THROUGH THE IMPLEMENTATION OF MODERN TECHNOLOGIES

Alexandra A Kolokolova[1], Anastasia V Chashchina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kolokolova2003@mail.ru
[2] chashchinaav@m.usfeu.ru

Abstract. An article examines modern road safety technologies, examples of their successful implementation in Russian roads, and the potential advantages and disadvantages of implementing these methods in the Ekaterinburg road network.

© Колоколова А. А., Чащина А. В., 2026

Keywords: smart traffic lights, artificial intelligence, V2X, smart road, RTA statistics

For citation: Kolokolova A. A., Chashchina A. V. (2026) Puti povy`sheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v g. Ekaterinburg posredstvom vnedreniya sovremenny`x texnologij [Ways to improve road safety in Ekaterinburg through the implementation of modern technologies]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 767–771. (In Russ).

Исходя из статистики, предоставленной Госавтоинспекцией, можно заметить, что количество ДТП в черте города Екатеринбурга растет с каждым годом (рис. 1–3) [1].

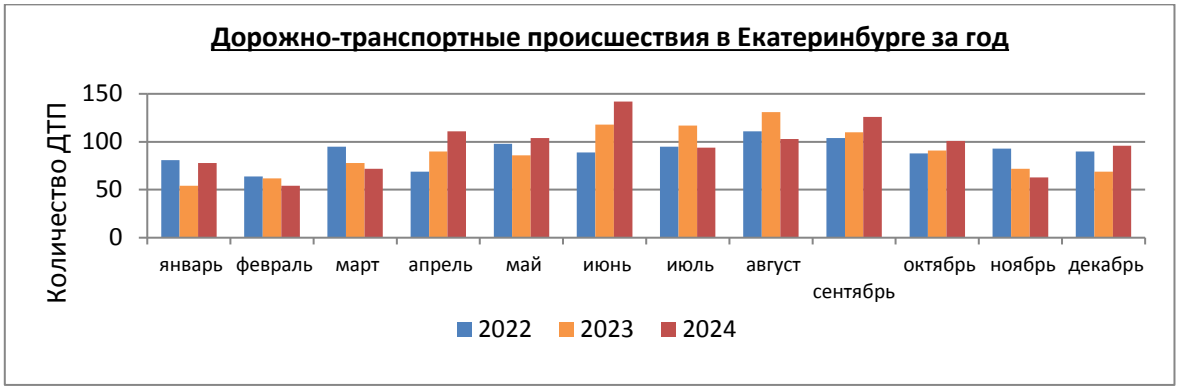


Рис 1. График дорожно-транспортных происшествий
в Екатеринбурге за год по месяцам

Суммарно количество ДТП за 2022 г. составило 1077 случая, 1078 – за 2023 г. и 1144 – за 2024 г. Та же самая тенденция прослеживается в количестве раненых и погибших [1].

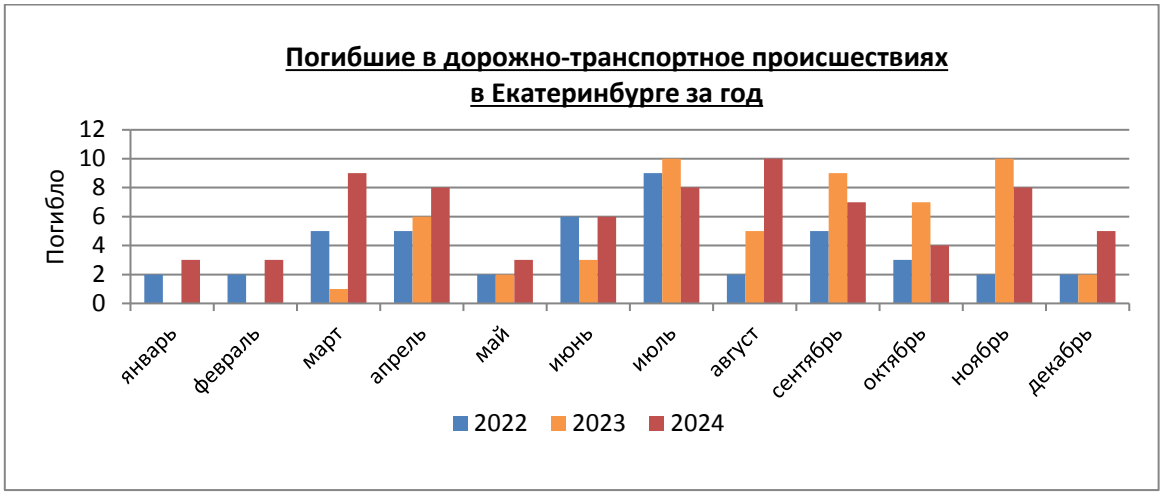


Рис. 2. График погибших в дорожно-транспортных происшествиях
в Екатеринбурге за год по месяцам

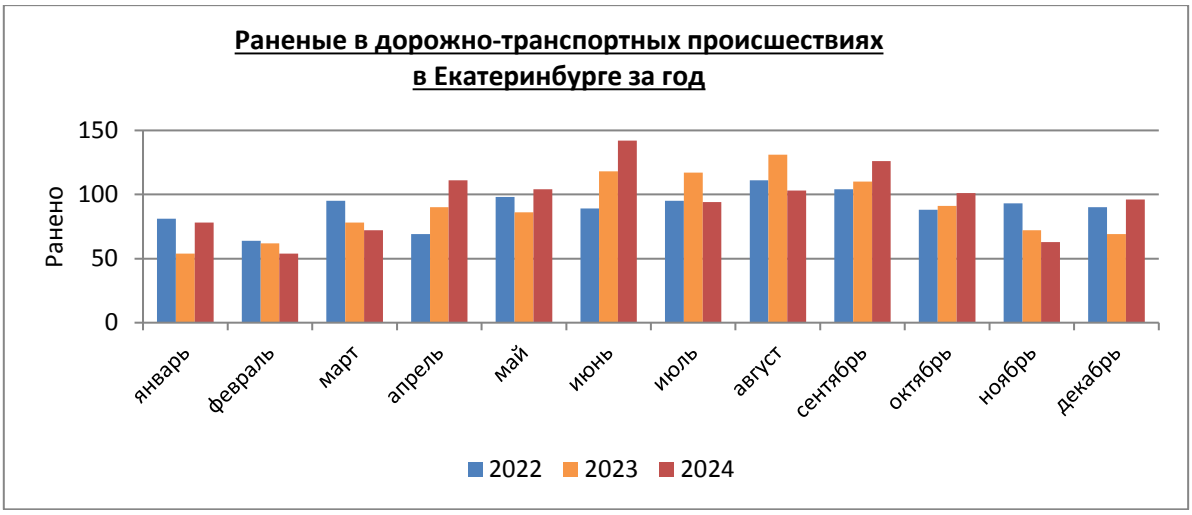


Рис. 3. График раненых в дорожно-транспортных происшествиях в Екатеринбурге за год по месяцам

Суммарно количество погибших за 2022 г. составило 45 чел., за 2023 г. – 55 чел., и за 2024 г. – 74 чел.

Раненых за 2022 г. – 1318 чел., за 2023 г. – 1361 чел., за 2024 г. – 1418 чел.

Чаще всего аварии происходят по двум причинам: столкновение и наезды на пешеходов. Одним из основных факторов возникновения ДТП является несоблюдение правил дорожного движения со стороны участников. Наибольшее количество аварий произошло из-за несоблюдения очередности проезда перекрестка и необходимой дистанции [1].

На основе опыта других регионов, помимо совершенствования инфраструктуры, пропаганды безопасности дорожного движения, повышения ответственности среди участников движения, имеет место внедрение современных технологий для повышения безопасности: нейронные сети и V2X (система «умной» дороги).

В современном мире нейронные сети используются повсеместно, в т. ч. и для оптимизации движения. Например, с помощью «умных» светофоров.

«Умные» светофоры – это системы, которые оснащены датчиками, камерами и алгоритмами искусственного интеллекта для анализа дорожной обстановки в режиме реального времени.

«Умные» светофоры могут точно анализировать получаемые данные, такие как: количество транспортных средств, их скорость и тип транспортного средства, а также обмениваться этими данными со светофорами на других перекрестках для создания наиболее оптимального режима работы в данный момент времени [2].

Такие светофоры уже внедрены в Москве и доказывают эффективность. По информации Центра организации дорожного движения Правительства Москвы, система интеллектуального управления светофорами координирует работу светофоров в городе, чтобы движение было равномерным, а перекрестки не забивались, городской транспорт получал приоритет

в самых сложных местах. В среднем городской и личный транспорт проезжает их на 25–30 % быстрее, пешеходы ждут зеленого сигнала на 20–25 % меньше, и это в дневные часы [3].

Также во многих странах Европы и Азии, в том числе в России, получила распространение V2X, которая используется в совокупности с «умными» светофорами.

V2X (Vehicle-to-Everything) – это технология беспроводной связи, позволяющая автомобилям обмениваться информацией в реальном времени с другими объектами в транспортной системе. V2X включает в себя несколько компонентов, каждый из которых отвечает за определенный тип взаимодействия:

- **V2V (Vehicle-to-Vehicle)** – обмен данными между транспортными средствами;
- **V2I (Vehicle-to-Infrastructure)** – взаимодействие с элементами дорожной инфраструктуры;
- **V2P (Vehicle-to-Pedestrian)** – прямая связь между транспортными средствами и пешеходами;
- **V2N (Vehicle-to-Network)** – подключение к облачным и сетевым сервисам для координации трафика и сбора аналитики.

Внедрение технологии V2X гарантирует следующее:

– повышение уровня автоматизации систем управления транспортным потоком;

– развитие и применение автономного транспорта;

– снижение аварийности за счет оперативного информирования участников движения и соответствующих органов при возникновении ЧС;

– снижение расходов на обслуживание инфраструктуры за счет автоматизации;

– повышение комфорта участников движения;

– приоритизация движения общественного транспорта [4].

На данный момент самым масштабным примером применения технологии V2X является Санкт-Петербург – он попал в число мировых лидеров по V2X-покрытию, более 350 км магистралей. По развитию V2X-инфраструктуры город опережают только Китай и США. Основной задачей проекта было обеспечение приоритетного проезда общественного транспорта через регулируемые перекрестки, что способствовало:

– строгому соблюдению графика движения общественного транспорта;

– сокращению задержек на маршрутах;

– увеличению пассажиропоток;

– снижению количества необходимого подвижного состава при оптимизации затрат городского бюджета [5].

Помимо положительных сторон, внедрение системы «умных» дорог в Екатеринбурге имеет свои недостатки, которыми, прежде всего, являются инвестиции в усовершенствование инфраструктуры, что требует значительных вложений на начальных этапах.

Также остро встает вопрос конфиденциальности данных, которые собираются, обрабатываются и хранятся в данной системе. Им нужно обеспечить должную защиту от кибератак и утечки данных, чтобы они не могли попасть в руки мошенников, что тоже требует дополнительных ресурсов, в т. ч. кадров, которых пока что недостаточно для развития данной сферы по всей России.

Поскольку данная технология появилась в нашей стране относительно недавно, то еще все отсутствует полноценная нормативно-правовая база. Постепенно формируются необходимая стандартизация, но этого еще не достаточно для учета всех основных функций и архитектуры данных систем, их согласования с международными стандартами.

Несмотря на все это, постепенное внедрение данных технологий действительно повысит эффективность и безопасность дорожного движения.

Список источников

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения // Госавтоинспекция : [сайт]. URL: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 20.11.2025).

2. Муравьев Е. М., Лапина Л. В., Савельев Д. О. Применение интеллектуального подхода к автоматизации трафика в городе // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых ученых. Комсомольск-на-Амуре, 2023. С. 238–2414.

3. В Москве функционируют около 1000 «умных» перекрестков // Ростех : [сайт]. URL: https://rostec.ru/media/pressrelease/v-moskve-funktsioniruyut-okolo-1000-umnykh-perekrestkov/#start (дата обращения: 20.11.2025).

4. Королев А. В., Петрова Е. С. Перспективы внедрения V2X в транспортные системы крупных городов России // Транспортное планирование. 2023. Т. 18, № 3. С. 34–457.

5. Среда А. В., Рогов Д. Н. Применение технологий V2X для повышения пропускной способности городских магистралей // Интеллектуальные транспортные системы. 2022. Т. 15, № 2. С. 20–29.

Научная статья
УДК 621.431

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КПД КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ ИЗВЕСТНЫМИ МЕТОДАМИ

Данил Андреевич Корелин[1], Марина Анатольевна Крюкова[2], Андрей Петрович Пупышев[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] korelin.d.2003@gmail.com
[2] marina.kryukova.70@mail.ru
[3] pupyshevap@m.usfeu.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ эффективности силовых установок: ДВС (20–45 %) и электромобилей (≈ 80–85 %). Рассмотрены методы повышения КПД ДВС, такие как гибридизация, использование цикла Аткинсона и рекуперации энергии. Установлено, что рост эффективности сопряжен с увеличением сложности и стоимости конструкций.

Ключевые слова: ДВС, КПД, экономика, эффективность

Для цитирования: Корелин Д. А., Крюкова М. А., Пупышев А. П. Эффективность повышения КПД колесной техники известными методами // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 772–776.

Original article

EFFECTIVENESS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE WHEELED VEHICLE BY KNOWN METHODS

Danil A. Korelin[1], Marina A. Kryukova[2], Andrey P. Pupyshev[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] korelin.d.2003@gmail.com
[2] marina.kryukova.70@mail.ru
[3] pupyshevap@m.usfeu.ru

Abstract. A comparative analysis of the effectiveness of power units is conducted: internal combustion engines (20–45 %) and electric vehicles (approxi-

© Корелин Д. А., Крюкова М. А., Пупышев А. П., 2026

mately 80–85 %). Measures to improve the effiency of internal combustion engines, including hybridization, the Atkinson cycle, and energy recovery, were examined. It is established that increased effectiveness is associated with increased design complexity and cost.

Keywords: Internal combustion engine, efficiency, economy, effectiveness

For citation: Korelin D. A., Kryukova M. A., Pupyshev A. P. (2026) E`ffektivnost` povy`sheniya kpd kolyosnoj texniki izvestny`mi metodami [Effectiveness of increasing the efficiency of the wheeled vehicle by known methods]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 772–776. (In Russ).

Современные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) преобразуют лишь небольшую часть топлива в полезную работу. Так, бензиновые (искровое зажигание) двигатели обычно имеют эффективный КПД около 20–40 %, тогда как современные дизели (компрессионное зажигание) достигают 35–45 % (а в крупных судовых или стационарных установках – до ~ 50–54 %). Основные потери связаны с отводом тепла: более 60–80 % топлива уходит в тепло, примерно поровну – через выхлоп и систему охлаждения. Гибридные силовые установки (бензиновый или дизельный ДВС + электроника и батарея) могут эффективно использовать цикл Аткинсона, благодаря чему суммарный КПД гибрида приближается к ~ 40 % [1]. Электромобили же обладают гораздо более высоким «транспортным» КПД: электродвигатель преобразует в движение порядка 80–85 % энергии батареи [2], а за счет рекуперативного торможения дополнительно возвращается примерно 20–30 % энергии [3].



Рис. 1. Диаграмма распределения КПД ТС с двигателем внутреннего сгорания

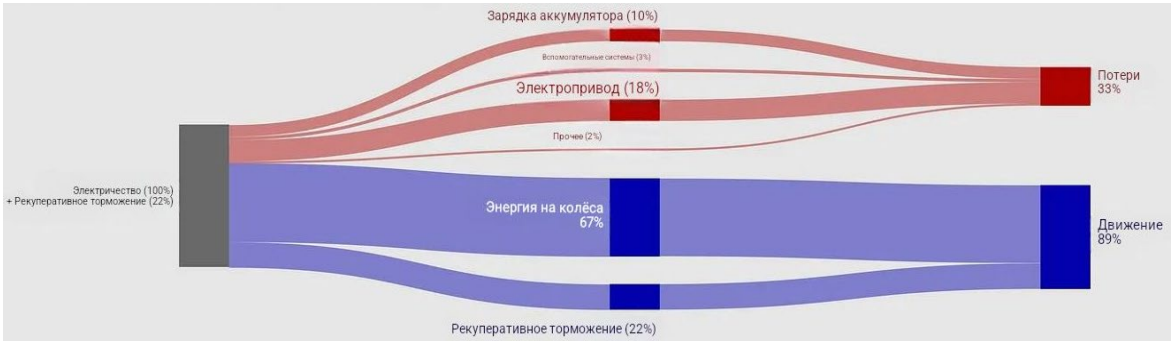


Рис. 2. Диаграмма распределения КПД ТС с электродвигателем

На диаграмме показаны энерго-потоки бензинового и электрического автомобиля: бензиновый двигатель превращает в движение лишь ≈ 20 % топлива, а остальное (≈ 80 %) рассеивается (преимущественно как тепло). Электромобиль напротив отдает на колеса около 67 % энергии батареи плюс возвращает дополнительно ≈ 22 % через рекуперацию [3]. Таким образом, электроэнергия эффективнее расходуется на движение, чем химэнергия бензина или дизтоплива.

Максимальный КПД теплового двигателя определяется законами термодинамики (например, циклом Карно). Для идеального теплового цикла эффективность ограничена отношением температур рабочего тела, и на практике реальный цикл значительно ниже идеала. Газотурбинные (Брайтон) установки имеют выше потенциальный КПД при высоком давлении, но в автомобилях редко применяются. Среди поршневых циклов наиболее эффективен цикл Аткинсона (с продолжительным ходом расширения), но он дает меньшую мощность. Именно он используется в гибридах (например, Toyota Prius) для максимального КПД. Обычный цикл Отто (бензиновый двигатель) уступает Аткинсону по термодинамическому КПД из-за ограничений степени сжатия и детонации. Цикл Дизеля сам по себе менее эффективен при равных степенях сжатия, но современные дизели работают на очень высоких СЖ (15:1–20:1), что и обеспечивает им высокий КПД [1]. Фактически КПД двигателя определяется как произведение четырех компонентов: эффективности сгорания, термодинамического КПД (законом Карно), КПД газообмена и механического КПД (с учетом трения) [4]. Каждое улучшение – повышение СЖ, чистота сгорания, снижение трений – увеличивает конечный «брейк» КПД.

Эффективность силовых установок является ключевым параметром в контексте энергетики и экологии. Существующие технологии демонстрируют значительный разброс значений коэффициента полезного действия (КПД). Наиболее распространенные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) работают в следующих диапазонах: бензиновые (цикл Отто) – 25–35 % с падением до 20 % в городском цикле; дизельные – 35–45 %, а крупные судовые агрегаты, как например двигатель MAN, достигают 50–54 % [1]; газовые ДВС занимают промежуточное положение с КПД

25–30 %. Качественный скачок в эффективности демонстрируют гибридные установки, комбинирующие ДВС и электромотор, что позволяет достигать КПД около 40 % [1] за счет работы ДВС в оптимальных режимах и рекуперации энергии торможения, которая может возвращать до 20–30 % энергии [3]. Наиболее эффективными являются электродвигатели с КПД 85–90 %, а с учетом потерь в зарядной цепи полный КПД цепи «заряд–движение» для электромобиля составляет 80–85 % [2].

Повышение КПД существующих ДВС реализуется через ряд технических решений. К фундаментальным термодинамическим методам относится повышение степени сжатия, напрямую увеличивающее эффективность по циклу Карно. Принудительное наполнение цилиндров с помощью турбонаддува и турбокомпаунда позволяет использовать энергию отработавших газов для повышения мощности и КПД. Совершенствование процессов сгорания достигается за счет прямого впрыска топлива, управления фазами газораспределения, а также применения обедненных смесей (Lean Burn), как в двигателе Nissan e-POWER, который достигает 50 % КПД [5], в сочетании с рециркуляцией отработавших газов (EGR) для снижения выбросов оксидов азота. Значительный резерв кроется в снижении механических потерь благодаря применению маловязких масел и антифрикционных покрытий.

Перспективным направлением является разработка альтернативных термодинамических циклов, таких как циклы Аткинсона/Миллера в гибридных автомобилях [1] и более сложные HCCI/RCCI, позволяющих в лабораторных условиях достигать КПД 50–60 % [6]. В частности, технология RCCI с двумя видами топлива демонстрировала КПД до 60 % [6]. Радикальным решением является полная электрификация транспорта, которая устраняет термодинамические ограничения ДВС, но вводит новые осложнения, связанные с производством и утилизацией аккумуляторов.

Рассмотрение альтернативных топлив показывает различные пути развития. Водородные топливные элементы (PEM) обеспечивают КПД 40–60 % [2], хотя общая эффективность цепи «производство–движение» падает до 25–30 % [2]. Био- и синтетические топлива, обладая углеродной нейтральностью, демонстрируют КПД, сопоставимый с ископаемыми аналогами. Использование газомоторного топлива (метан) дает незначительный прирост КПД по сравнению с бензином.

Таким образом, эволюция силовых установок идет по пути комбинации методов оптимизации традиционных ДВС и их гибридизации, в то время как долгосрочной тенденцией остается переход к полностью электрическим и водородным системам, характеризующимся высочайшей эффективностью преобразования энергии. Фундаментально КПД ДВС ограничен законами термодинамики (цикл Карно) и практическими допусками (прочность металлов, тепловые потери), поэтому 100 % КПД невозможен.

При проектировании новых двигателей всегда приходится выбирать баланс между энергоэффективностью, мощностью, экологичностью, стоимостью и надежностью. Например, вложения в сверхтехнологии (HCCI, RCCI, водород, ORC) могут дать еще несколько процентов КПД, но потребуют дополнительных материалов и контроля. И наоборот, самые простые меры (например, легкие композитные колеса или улучшение аэродинамики) повышают километровую эффективность «бесплатно» с точки зрения химэнергии топлива, хоть и не изменяют термодинамику двигателя.

Список источников

1. Engine efficiency // Wikipedia : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RpwHd (дата обращения: 24.11.2025).

2. How Does Hydrogen Fuel Cell (HFC) Efficiency Stack Up? // FASTECH : [сайт]. URL: https://www.fastechus.com/blog/hydrogen-fuel-cell-efficiency/ (дата обращения: 24.11.2025).

3. Most of the energy you put into a gasoline car is wasted // Electric cars : [сайт]. URL: https://www.sustainabilitybynumbers.com/p/inefficiency-ice (дата обращения: 24.11.2025).

4. Engine Efficiency // DieselNet Technology Guide : [сайт]. URL: https://dieselnet.com/tech/engine_efficiency.php (дата обращения: 24.11.2025)

5. e-POWER's internal combustion engine achieves 50% thermal efficiency Innovation // Nissan Motor Corporation Global Website : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RpwXH (дата обращения: 24.11.2025).

6. The Wild Experimental Engine That Uses Gas and Diesel // DieselNet Technology Guide : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RpwZy (дата обращения: 24.11.2025)

Научная статья
УДК 621.311.6:621.22

ЭЛЕКТРО-ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МАШИН ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА: ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕШЕНИЯ

Иван Евгеньевич Косенков[1], Данил Андреевич Корелин[2], Ольга Борисовна Пушкарева[3], Марина Анатольевна Крюкова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kosenkov.i.e@yandex.ru
[2] korelin.d.2003@gmail.com
[3] pushkarevaob@m.usfeu.ru
[4] marina.kryukova.70@mail.ru

Аннотация. Ключевыми направлениями гибридизации лесных машин являются электрогибриды, обеспечивающие топливную экономичность, и гидрогибриды, идеально подходящие для мощных импульсных нагрузок. Проведен анализ их эффективности на примере серийной техники. Перспективы развития связаны с комбинированием систем.

Ключевые слова: гибридный привод, лесозаготовительная техника, электрогидравлическая система, топливно-экономические показатели

Для цитирования: Электро-гидравлическая гибридная система для машин лесного комплекса: перспективы и решения / И. Е. Косенков, Д. А. Корелин, О. Б. Пушкарева, М. А. Крюкова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 777–781.

© Косенков И. Е., Корелин Д. А., Пушкарева О. Б., Крюкова М. А., 2026

Original article

ELECTRO-HYDRAULIC HYBRID SYSTEM FOR FORESTRY MACHINES: PROSPECTS AND SOLUTIONS

Ivan E. Kosenkov[1], Danil A. Korelin[3], Olga A. Pushkareva[3], Marina A. Kryukova[4]

[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

[1] kosenkov.i.e@yandex.ru

[2] korelin.d.2003@gmail.com

[3] pushkarevaob@m.usfeu.ru

[4] marina.kryukova.70@mail.ru

Abstract. Key areas of forestry machine hybridization include electric hybrids, which provide fuel efficiency, and hydrohybrids, which are ideal for high-power pulse loads. The analysis of their effectiveness is carried out using the example of serial technology. The development prospects are related to the combination of systems.

Keywords: hybrid drive, logging technique, electrohydraulic system, fuel and economic indicators

For citation: E`lektro-gidravlicheskaya gibridnaya sistema dlya mashin lesnogo kompleksa: perspektivy` i resheniya [Electro-hydraulic hybrid system for forestry machines: prospects and solutions] (2026) I. E. Kosenkov, D. A. Korelin, O. A. Pushkareva, M. A. Kryukova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 777–781. (In Russ).

Современная лесозаготовительная отрасль находится в процессе глубокой технологической трансформации, вызванной ужесточением экологических стандартов, ростом стоимости горюче-смазочных материалов и требований к повышению производительности. Одним из ключевых ответов на эти вызовы стала гибридизация силовых установок лесных машин. Среди множества решений комбинированные электро-гидравлические системы представляют особый интерес, т. к. теоретически объединяют преимущества двух миров: высокую удельную мощность гидравлики и эффективность и гибкость управления электропривода. Данный доклад нацелен осветить текущее состояние дел с гибридизацией в лесном комплексе, привести конкретные примеры техники и провести сравнительный анализ эффективности различных систем на основе актуальных данных [1].

Практика показывает, что в то время как электро-гидравлические гибриды остаются в основном областью перспективных разработок и прототипов, рынок серийной лесной техники прочно разделен между двумя другими типами гибридизации [2].

Электрогибриды стали наиболее популярным направлением. Их архитектура подразумевает использование электродвигателей-генераторов, инверторов и накопителей энергии. В этой системе электромотор, подключенный к валу дизельного двигателя, оказывает ему помощь при пиковых нагрузках, а при их отсутствии работает как генератор, заряжая накопители энергии. Производитель заявляет о снижении расхода топлива до 25 %, при этом мощность машины возрастает на 72 %, а крутящий момент – на 54 %. Они идеальны для задач, требующих точного распределения мощности. Их главный недостаток – высокая начальная стоимость.

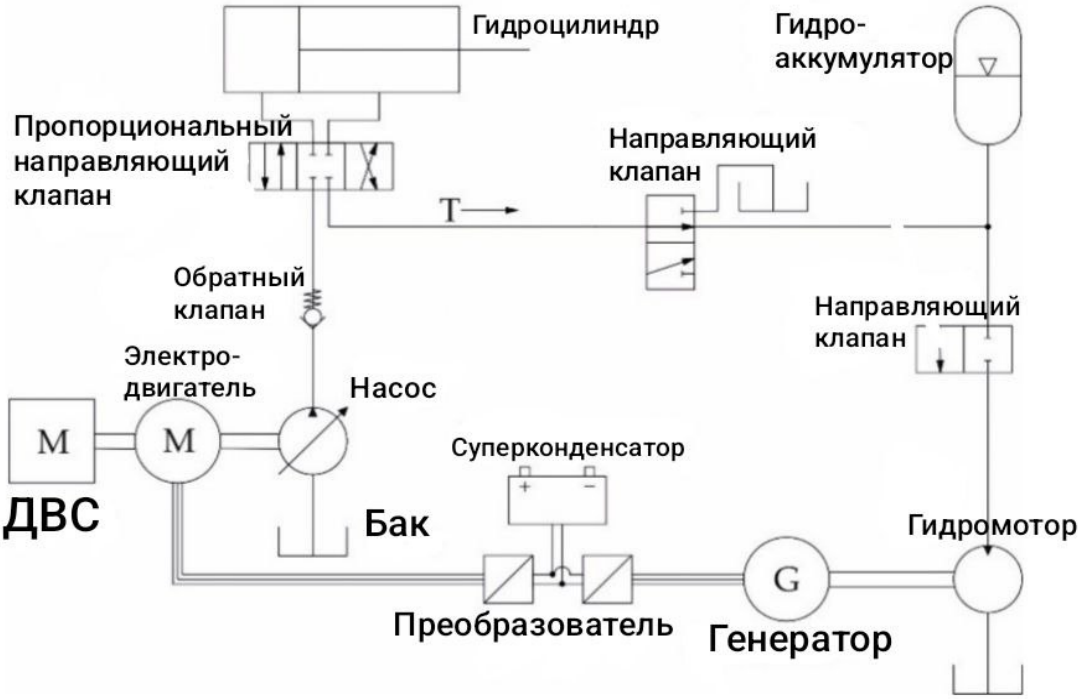
Также для подзарядки накопителя энергии может применяться система из электро-гидравлических элементов, состоящих из генератора и электронасоса, способного работать в обратную сторону, превращая энергию жидкости в электроэнергию.

Гибриды же (такие как система AMGERS) остаются технологией будущего. Их потенциал заключается в возможности рекуперировать энергию через гидромотор в сливной линии с последующим преобразованием в электрическую и накоплением. Это позволяет снизить мощность основных компонентов гибридной системы до 65 %, однако серийных лесных машин с такой архитектурой на рынке пока нет. *Дровокол Kesla C 860 H (электрогибрид)* использует суперконденсаторы для накопления энергии, что позволяет снизить расход топлива на 20–35 % и значительно уменьшить уровень шума. *Экскаватор-трелевщик KX 800e (электрогибрид)* демонстрирует применение гибридной технологии в трелевочной технике, где рекуперация энергии осуществляется лебедками.

Гидравлические гибриды делают ставку на аккумулирование энергии в гидроаккумуляторах. Эта энергия рекуперируется, например, при опускании стрелы манипулятора или торможении, и затем используется для помощи двигателю [3]. Форвардер Ponsse Caribou S10, тестировавший две различные гидрогибридные системы (включая многонапорную), показал снижение расхода топлива на 28–36 %. Преимуществом таких систем является их высокая надежность, долговечность и способность мгновенно отдавать большую мощность, что критически важно для циклических рабочих операций. Гидравлические гибриды выигрывают за счет высокой удельной мощности, относительно низкой стоимости и простоты интеграции в существующие гидравлические схемы лесных машин. Они менее эффективны в целом, но непревзойденны для кратковременных мощных импульсов, характерных для работы манипулятора. Их основной минус и более сложное управление в многоконтурных системах высокого давления.

Харвестер HSM 405H2 (гидравлический гибрид) оснащен гидроаккумулятором, подключенным к контуру манипулятора, который полностью заряжается за 4 сек. Это позволяет использовать гидросистему меньшего размера без потери производительности, экономя до 20 % топлива.

В заключение можно сказать, что комбинация из электрической гибридной системы и гидравлической гибридной системы позволит повысить топливно-экономические характеристики и улучить экологическую безопасность.



Комбинированная схема электрогидравлического гибрида

Комбинированные электрогидравлические системы, несмотря на их высокий теоретический потенциал, пока не вышли за стены исследовательских лабораторий. Дальнейшее развитие гибридизации в лесном комплексе будет определяться как ужесточением экологических норм, так и прогрессом в технологиях накопления энергии и силовой электроники, которые смогут сделать передовые решения, подобные электрогидравлическим, более доступными и надежными для суровых условий лесозаготовки.

Список источников

1. Эволюция лесного бизнеса // Леспром Информ : журнал профессионалов ЛПК. URL: https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5185 (дата обращения: 27.11.2025).

2. Гидравлика для лесозаготовительной техники // Гидро-Импульс : [сайт]. URL: https://promsnab-gidroimpuls.ru/news/гidravlika-dlya-lesozagotovitelnoy-tekhniki (дата обращения: 27.11.2025).

3. Гидроманипуляторы для лесозаготовок // Основные средства : [сайт]. URL: https://os1.ru/article/26834-gidromanipulyatory-dlya-lesozagotovok-trujeniki-lesosek (дата обращения: 27.11.2025).

Научная статья
УДК 656.13

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДТП

Виталий Владимирович Кривопляс[1], Ольга Анатольевна Пыталева[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] vitaliikrivoplas@mail.ru
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье проводится комплексный анализ основных факторов, влияющих на возникновение ДТП, включая человеческий фактор, техническое состояние транспортных средств и инфраструктурные условия. Рассматриваются международные практики повышения безопасности, подчеркивается необходимость внедрения современных информационно-аналитических систем для снижения аварийности.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортные происшествия, человеческий фактор, технические неисправности, инфраструктурные условия, интеллектуальные транспортные системы, анализ причин ДТП, меры предотвращения ДТП

Для цитирования: Кривопляс В. В., Пыталева О. А. Факторный анализ причин возникновения ДТП // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 782−785.

Original article

FACTOR ANALYSIS OF THE CAUSES OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Vitaly V. Krivoplyas[1], Olga A. Pytaleva[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] vitaliikrivoplas@mail.ru
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the main factors influencing road traffic accidents, including the human factor, the technical con-

© Кривопляс В. В., Пыталева О. А., 2026

dition of vehicles, and infrastructure conditions. International practices for improving safety are examined, and the need to implement modern information and analytical systems to reduce accidents is emphasized.

Keywords: road traffic safety, road traffic accidents, human factor, technical malfunctions, infrastructure conditions, intelligent transport systems, road traffic accident causation analysis, road traffic accident prevention measures

For citation: Krivoplyas V. V., Pytaleva O. A. (2026) Faktorny ' janaliz prichin vozniknoveniya DTP [Factor analysis of the causes of road traffic accidents]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 782–785. (In Russ).

Рост количества транспортных средств и интенсивности дорожного движения приводит к повышению вероятности аварийных ситуаций на автомобильном транспорте. Такие происшествия имеют серьезные экономические, экологические и социальные последствия. Ежегодно в мире в дорожно-транспортных происшествиях гибнет порядка 1,2 млн человек, а суммарные потери от ДТП достигают ~ 3 % ВВП стран [1]. Современные мегаполисы сталкиваются с растущей угрозой аварий, что напрямую влияет на экономику регионов, комфорт и безопасность жителей. Это обуславливает необходимость комплексного анализа причин ДТП и разработки эффективных мер их предотвращения. Во многих развитых странах реализуются национальные программы повышения безопасности дорожного движения (например, шведская Vision Zero), нацеленные на достижение нулевой смертности. Такие программы предполагают создание информационно-аналитических центров и внедрение интеллектуальных транспортных систем (ITS) для мониторинга ситуации на дорогах в режиме реального времени. Международный опыт подтверждает эффективность подобных подходов – например, в Швеции уровень смертности в ДТП снизился до нескольких человек на 100 тыс. населения, что является одним из самых низких показателей в мире [2]. Комплексные решения, включающие автоматический анализ поведения водителей, управление транспортными потоками в реальном времени и динамическое реагирование на нештатные ситуации, становятся ключевыми элементами стратегии безопасного развития транспортной инфраструктуры.

Дорожно-транспортные происшествия обычно обусловлены сочетанием нескольких факторов. Основными причинами ДТП на автотранспорте являются:

Нарушение правил движения. Превышение установленной скорости, проезд на запрещающий сигнал, несоблюдение дистанции и другие отклонения от Правил дорожного движения существенно повышают риск аварии.

Управление автомобилем в состоянии опьянения также относится к грубым нарушениям, часто приводящим к тяжким последствиям.

Человеческий фактор (ошибки водителя). Низкая квалификация водителя, невнимательность, усталость или неправильные действия в критической ситуации – все это приводит к ошибкам в управлении транспортным средством.

Технические неисправности. Износ и несвоевременное обслуживание автомобиля (отказ тормозов, лопнувшее колесо, отказ рулевого управления и т. п.) могут вызвать аварийную ситуацию.

Неблагоприятные внешние условия. Погодные факторы (туман, гололед, сильный дождь или ветер) усложняют процесс управления и увеличивают тормозной путь. Плохая видимость дороги или недостаточное освещение также снижают безопасность.

Инфраструктурные проблемы. Неудовлетворительное состояние дорог (ямы, отсутствие разметки), устаревшие светофоры, недостаток дорожных знаков и ограждений повышают вероятность ДТП. В России, например, дорожная инфраструктура заметно отстает от потребностей: городские дороги занимают лишь ~ 7 % территории городов при необходимых 20 %, при этом около 65 % дорог требуют ремонта, а треть из них находится в критическом состоянии. На городские улицы приходится до 72 % всех аварий, тогда как 28 % происходит на загородных трассах [3].

Перечисленные факторы нередко проявляются совместно. Так, техническая неисправность вкупе с ошибкой водителя в условиях плохой погоды может привести к тяжелым последствиям. Статистика подтверждает преобладающую роль человеческого фактора: по данным в России до 70 % ДТП случаются по вине водителя транспортного средства, а в странах ЕС человеческая ошибка признается сопутствующим фактором примерно 95 % всех дорожных аварий [1]. Это означает, что без своевременного реагирования даже незначительное отклонение (например, кратковременная потеря концентрации или технический сбой) способно спровоцировать цепочку событий, завершающуюся аварией.

Несмотря на прогресс в автоматизации транспортных средств, роль человека остается решающей в обеспечении безопасности движения. На долю человеческого фактора приходится подавляющее большинство аварийных ситуаций [4]. Основные проблемы связаны со следующими аспектами:

Психофизиологическое состояние водителя. Усталость, сонливость, стресс, состояние здоровья – все эти факторы влияют на способность водителя адекватно воспринимать дорожную обстановку и реагировать на нее. Длительное пребывание за рулем без отдыха приводит к снижению концентрации и скорости реакций. В критический момент утомленный водитель может не успеть выполнить нужный маневр. Особую опасность представляет монотонное движение (например, ночью по шоссе) – оно провоцирует дорожный гипноз и засыпание за рулем.

Когнитивные ограничения. Человек физически не способен мгновенно обработать весь объем информации, поступающей при движении. Водитель может не заметить пешехода или помеху из-за отвлечения (разговор, мобильный телефон) или информационной перегрузки. В сложной дорожной обстановке (плохая видимость, интенсивный трафик) снижается скорость и точность принятия решений. Неполное восприятие ситуации и запаздывание с реакцией повышают риск ошибки.

Нерегламентированные действия в экстремальной ситуации. В критических обстоятельствах человек не всегда следует инструкциям и рациональным алгоритмам. Паника или неожиданность события могут привести к неправильным действиям: например, резкое торможение на скользкой дороге (вместо плавного) способно вызвать занос, а попытка объехать препятствие на высокой скорости – к потере контроля. Нарушение должного порядка действий усугубляет последствия инцидента.

Таким образом, для улучшения ситуации необходимы системные меры, включающие образование водителей, модернизацию инфраструктуры и развитие интеллектуальных систем мониторинга и управления транспортными потоками.

Список источников

1. World Health Organization. Road traffic injuries: key facts. 2023 // Всемирная организация здравоохранения : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RqEn9 (дата обращения: 16.02.2026).

2. European Parliament. Road death statistics in the EU // Infographic : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RqEn9 (дата обращения: 16.02.2026).

3. Как мегаполисы становятся безопаснее: технологии, урбанистика и опыт разных стран // ПроНовострой : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RqEvK (дата обращения: 16.02.2026)

4. Пожарно-спасательный центр Магаданской области // Аварии на автомобильном транспорте: памятка населению : [сайт]. URL: mpsc.rumpsc.ru (дата обращения: 16.02.2026).

Научная статья
УДК 674.8 (075.8)

КЛАССИФИКАЦИЯ МУЛЬЧЕРОВ И АНАЛИЗ ИХ КЛЮЧЕВЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Кирилл Александрович Лысенков[1], Даниил Дмитриевич Тутаев[2], Денис Олегович Чернышев[3], Ольга Борисовна Пушкарева[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] Kirill.lysenkov2015@yandex.ru,
[2] tutaev_d@mail.ru,
[3] chernyshevdo@m.usfeu.ru,
[4] pushkarevaob@m.usfeu.ru.

Аннотация. Статья посвящена обзору на основные виды мульчеров, применяемых в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и ландшафтном дизайне. Анализируются принципы работы, конструктивные особенности и преимущества различных типов мульчеров. Особое внимание уделяется экологическим и экономическим выгодам использования мульчеров для измельчения растительности.

Ключевые слова: мульчер, измельчение растительности, сельское хозяйство, лесное хозяйство, экологическое преимущество

Для цитирования: Классификация мульчеров и анализ их ключевых преимуществ в контексте современных технологий измельчения / К. А. Лысенков, Д. Д. Тутаев, Д. О. Чернышев, О. Б. Пушкарева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 786−791.

© Лысенков К. А., Тутаев Д. Д., Чернышев Д. О., Пушкарева О. Б., 2026

Original article

CLASSIFICATION OF MULCHERS AND ANALYSIS OF THEIR KEY ADVANTAGES IN THE CONTEXT OF MODERN GRINDING TECHNOLOGIES

Kirill A. Lysenkov[1], Daniil D. Tutaev[2], Denis O. Chernyshev[3], Olga B. Pushkareva[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] Kirill.lysenkov2015@yandex.ru,
[2] tutaev_d@mail.ru,
[3] chernyshevdo@m.usfeu.ru,
[4] pushkarevaob@m.usfeu.ru.

Abstract. The article is devoted to an overview of the main types of mulchers used in agriculture, forestry and landscape design. The principles of operation, design features and advantages of various types of mulchers are analyzed. Particular attention is paid to the environmental and economic benefits of using mulchers for grinding vegetation.

Keywords: mulcher, vegetation grinding, agriculture, forestry, environmental advantage

For citation: Klassifikaciya mul`cherov i analiz ix klyuchevy`x preimushhestv v kontekste sovremenny`x texnologij izmel`cheniya [Classification of mulchers and analysis of their key advantages in the context of modern grinding technologies] (2026) K. A. Lysenkov, D. D. Tutaev, D. O. Chernyshev, O. B. Pushkareva. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 786–791. (In Russ).

Мульчеры предоставляют собой специализированное оборудование для измельчения растительной биомассы, включая траву, кустарники, ветки и древесные отходы. Они широко используются в различных отраслях: от сельского хозяйства для подготовки почвы и управления сорняками до лесного хозяйства для расчистки территорий и переработки древесины. Согласно данным FAO (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), глобальный рынок мульчеров оценивается в миллиарды долларов, с ежегодным ростом на 5–7 % за счет увеличения спроса на устойчивые методы землепользования [1].

Мульчеры классифицируются по принципу работы, типу привода и сфере применения. Основные виды включают барабанные, дисковые, роторные и навесные модели. Ниже приведен подробный анализ каждого типа (таблица).

Сравнение видов мульчеров по ключевым параметрам

Вид мульчера	Принцип работы	Сфера применения	Производительность (га/ч)	Стоимость
Барабанный	Удар и резание	Лесное хозяйство	1–2	1 500 000
Дисковый	Резание	Сельское хозяйство	2–5	800 000
Роторный	Центробежный удар	Универсальный	3–6	1 200 000
Навесной	Удар и резание	Точная обработка	1–4	600 000

Барабанные мульчеры

Барабанные мульчеры (drum mulchers) оснащены вращающимися барабаном с ножами, которые измельчают материал путем удара и резания. Они часто используются для обработки крупной растительности, такой как кустарники и небольшие деревья в лесном хозяйстве. Примером служат компании Seppi M и Fecon, которые монтируются на трактор мощностью от 100 л. с. Преимущество – высокая производительность при работе с толстыми стволами (до 200 мм в диаметре) (рис. 1). Недостаток – относительно высокое потребление топлива.



Рис. 1. Барабанные мульчеры Seppi M и Fecon

Дисковые мульчеры

Дисковые мульчеры (disk mulchers) используют плоский диск с закрепленными ножами, вращающийся на высокой скорости. Они идеальны для измельчения травы и мелких веток в сельском хозяйстве. Модели от производителей Kuhn и John Deere предназначены для навески на тракторы и комбайны (рис. 2). Конструкция оборудования обеспечивает равномерное измельчение, но они менее эффективны для крупной древесины [2, 3].



Рис. 2. Дисковые мульчеры Kuhn и John Deere

Роторные мульчеры

Роторные мульчеры (rotor mulchers) имеют ротор с молотками или ножами, которые дробят материал центробежной силой. Они универсальны и применяются как в сельском, так и в лесном хозяйствах. Например, роторные модели от Caterpillar подходят для расчистки территорий и переработки биомассы (рис. 3). Преимущество – измельчение смешанного материала (трава + ветки).



Рис. 3. Роторные мульчеры Caterpillar

Лесная фреза (ротоватор)

Ротоватор представляет собой специализированный подвид роторного мульчера, адаптивный для работы в лесных условиях. Он сочетает принцип роторного измельчения с фрезерной обработкой почвы, что позволяет не только измельчать растительность, но и одновременно рыхлить верхний слой почвы для подготовки к посадке саженцев или восстановлению лесных территорий. Конструктивно он оснащен мощным ротором с тяжелыми молотками или зубьями, способными сравняться с корнями и камнями, и часто имеет защитный кожух для безопастности.

Навесные и самоходные мульчеры

Навесные мульчеры крепятся к тракторам и используются для точной обработки почвы. Самоходные модели, такие как лесные харвестеры, автономны и применяются в крупных проектах. В России популярны модели от «Росагромаш» и зарубежных аналогов (рис. 4). Они различаются по мощности и типу привода (дизельный или электрический) [4].



Рис. 4. Навесные и самоходные мульчеры Росагромаш

Использование мульчеров приносит значительные экологические, экономические и агрономические выгоды. Они способствуют устойчивому развитию путем минимизации отходов и улучшения плодородного слоя.

Мульчеры снижают эрозию почвы за счет создания мульчи, которая защищает грунт от вымывания и ветровой эрозии. Исследования показывают, что измельченная биомасса повышает содержание органики в почве на 20–30 % [5]. Кроме того, мульчеры уменьшают выбросы CO2 путем переработки отходов вместо их сжигания, способствуя углеродному секвестру [2]. В лесном хозяйстве они предотвращают прекращение пожаров, измельчая сухостой.

Также они способствуют снижению затрат на ручной труд и химических средств при борьбе с сорняками. По данным FAO, использование мульчеров экономит до 40 % расходов на обработку почвы по сравнению с традиционными методами. Они также позволяют перерабатывать биомассу в мульчу для продажи или собственного использования, генерируя дополнительный доход, для фермеров окупаемость достигается за 1–2 сезона.

Измельченная мульча улучшает структуру почвы, повышая водопроницаемость и аэрацию. Эксперименты в Всероссийском научно-исследовательском институте охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова (ВНИИОЗ) демонстрируют увеличение урожайности на 15–25 % при использовании мульчи. Кроме того, мульчеры контролируют сорность почвы, снижая потребность в гербицидах и способствуя органическому земледелию.

В заключение можно сказать, что мульчеры представляют собой эффективный инструмент для современных систем землепользования, с разнообразием видов, адаптированных к различным нуждам. Их преимущества

включают экологическую устойчивость, экономию ресурсов и повышения продуктивности почвы. Перспективы развития связаны с интеграцией ИИ для оптимизации работы. Идеальный мульчер будущего – это автономная или полуавтономная электрическая платформа, которая самостоятельно анализирует тип растительности перед собой, выбирает оптимальный режим измельчения, минимизирует шум, выбросы и повреждение почвы, сообщает диспетчеру о своем состояние и необходимости обслуживания. Эти рекомендации направлены на то, чтобы сделать мульчирование не просто процессом разрубки, а высокоточным, безопасным и экологичным технологическим процессом в рамках концепции «умного» землепользования и лесного хозяйства.

Список источников

1. Устойчивое ведение сельского хозяйства и методы мульчирования // FAO : [сайт.] URL: https://www.fao.org/sustainability/en (дата обращения: 12.10.2025).

2. Изменение климата и земельные ресурсы: специальный доклад МГЭИК // IPCC : [сайт]. URL: https://www.ipcc.ch/srccl/ (дата обращения: 12.10.2025).

3. Каталог сельскохозяйственной техники // Kuhn Group : [сайт]. URL: https://www.kuhn.ru/ (дата обращения: 12.10.2025).

4. Технические характеристики мульчеров // Росагромаш : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RrBc7 (дата обращения: 12.10.2025).

5. Мульчирование улучшает содержание органического вещества в почве / J. Smith [et al.] // Журнал почвоведения. 2021. № 45(2). P. 123–135.

Научная статья
УДК 62.77

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО КАНТОВАТЕЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Алексей Сергеевич Малых[1], Александр Сергеевич Малых[2], Владимир Владимирович Илюшин[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] malyhaleksej37@gmail.com
[2] malykhas@m.usfeu.ru
[3] ilushinvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты обзора рынка кантователей автомобильных двигателей. Также разработана конструкция стационарного кантователя.

Ключевые слова: кантователь, двигатель, грузоподъемность

Для цитирования: Малых А. С., Малых А. С., Илюшин В. В. Разработка универсального кантователя двигателей грузовых автомобилей // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 792−795.

Original article

DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL TILTER FOR TRUCK ENGINES

Alexey S. Malykh[1], Alexander S. Malykh[2], Vladimir V. Ilyushin[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] malyhaleksej37@gmail.com
[2] malykhas@m.usfeu.ru
[3] ilushinvv@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents the results of a review of the automotive engine tipping market. The design of a stationary cantilever has also been developed.

Keywords: tilter, engine, load capacity

© Малых А. С., Малых А. С., Илюшин В. В., 2026

For citation: Malykh A. S., Malykh A. S., Ilyushin V. V. (2026) Razrabotka universal'nogo kantovatelya dvigatelejgruzovy'x avtomobilej [Development of a universal tilter for truck engines]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 791–795. (In Russ).

Как показывает практика, при капитальном ремонте автомобилей среди наиболее часто используемого оборудования можно встретить кантователь двигателей. Кантователь двигателя, или стенд для двигателя, предназначен для вращения, фиксации и удержания двигателя в удобном для работы положении.

Исследование условий работы многих автосервисов грузовой техники в г. Екатеринбурге и Свердловской области, в т. ч. и отдельных официальных представителей крупных автомобильных брендов, указывает на отсутствие кантователей среди применяемого оборудования. И в то же время актуальна потребность в таком оборудовании, т. к. ремонт зачастую осуществляется «на коленях», или «паллетах».

Используя материалы сети Интернет, рассмотрены имеющиеся предложения оборудования [1–3]. Следует отметить широту ассортимента имеющихся в продаже стендов, схожесть их основных характеристик и довольно высокую стоимость действительно качественного оборудования. В дальнейшей работе оборудование, сочетающее грузоподъемность от 500 кг и стоимость ниже 30 000 руб., не учитывалось как не отвечающее требованиям критерию цена-качество по отзывам пользователей.

В результате поиска за аналоги разрабатываемой конструкции выбраны следующие стенды:

– стенд Р770Е для разборки и сборки двигателей, КПП, задних мостов и агрегатов (рис. 1) – стоимость от 320 000 руб.;

– стенд Р1250 для разборки и сборки двигателей, КПП, задних мостов и агрегатов (рис. 2) – стоимость от 180 000 руб.;

– стенд для переборки двигателей WERNER WEITNER, WW-HV-2500 (рис. 3) – стоимость от 1 994 000 руб.;

– кантователь двигателя и КПП коммерческого транспорта КД1500ПО (аналог WERNER WEITNER, WW-HV-1500) (рис. 4) – стоимость от 500 000 руб.

Конструкция любого кантователя включает систему крепления, позволяющую надежно фиксировать двигатель, и механизм вращения, который позволяет поворачивать объект в нужном направлении. Специальный механизм вращения позволяет изменять углы подвешенного двигателя в диапазоне от 0° до 360° для более удобного доступа к нему.

Механические кантователи – простые устройства для работы с двигателями небольшого и среднего размера. Преимущества: простота конструкции, легкость в обслуживании. Недостаток – не подходит для работы с тяжелыми двигателями.



Рис. 1. Стенд Р770Е



Рис. 2. Стенд Р1250



Рис. 3. Стенд WW-HV-2500

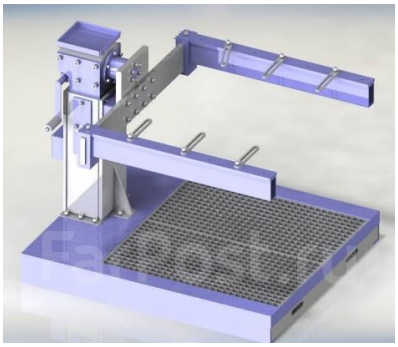


Рис. 4. Стенд КД1500ПО

Гидравлические кантователи применяют для работы с крупными и тяжелыми двигателями. Преимущества: высокая грузоподъемность (до нескольких тонн), плавное и точное регулирование угла поворота. Недостатки: высокая стоимость по сравнению с механическими аналогами, необходимость регулярного технического обслуживания.

Электрические кантователи обеспечивают автоматизированный процесс вращения и подходят для работы с двигателями любых размеров. Недостатки: более высокая стоимость, зависимость от электропитания.

Основные критерии выбора либо проектирования кантователя:

1) грузоподъемность – оборудование должно выдерживать вес двигателя автомобилей, которые обслуживает автосервис;

2) тип привода – механический, гидравлический или электрический в зависимости от объема и сложности работ;

3) подвижность – колеса и регулируемая высота облегчают перемещение объекта и работу с устройством;

4) совместимость – обеспечивает применение кантователя для линейки двигателей.

За прототип разрабатываемого стенда взяли стенд КД 1500 ПО. В качестве привода выбран механический – с помощью редуктора червячного типа. Для уменьшения массы кантователя установлено осуществить его монтаж к полу автосервиса. 3D-модель разработанного кантователя грузоподъемностью до 2000 кг приведена на рис. 5.

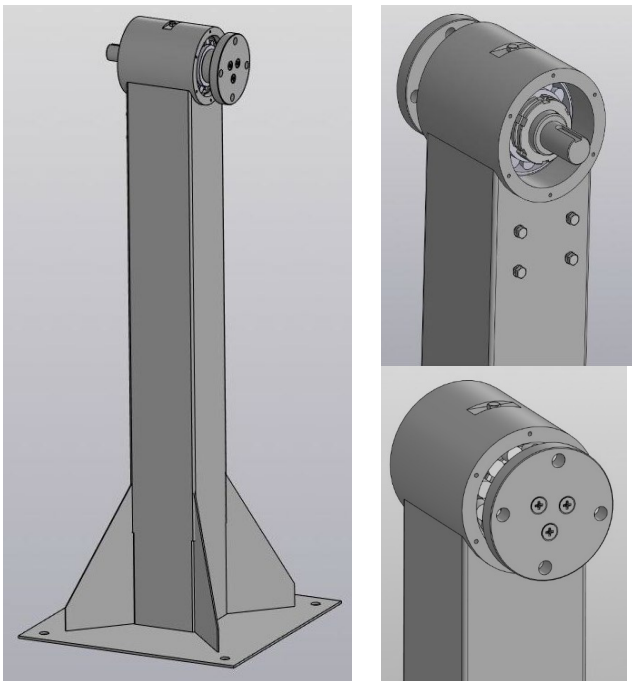


Рис. 5. Модель стационарного кантователя двигателей грузовых автомобилей

Студенческое конструкторское бюро «Механик» Высшей школы транспортно-технологических систем УГЛТУ осуществило проектирование и разработку пакета конструкторской документации для производства универсального кантователя: сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей с проверочными прочностными расчетами. В настоящее время разработанный кантователь запущен в производство.

Список источников

1. Каталог ООО «Челябинский завод автосервисного оборудования // ООО «ЧЗАО» : [сайт]. URL: https://chzao.ru (дата обращения: 30.11.2025).

2. Каталог ООО Автоэквип // ООО «Автоэквип» : [сайт]. URL: https://aet-shop.ru (дата обращения: 30.11.2025).

3. Каталог компании АВТО-ВИКО // АВТО-ВИКО : [сайт]. URL: https://auto-viko.ru/contacts/ (дата обращения: 30.11.2025).

Научная статья
УДК 631.3.001.4:658

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Виталий Владимирович Махнушко[1], Сергей Дмитриевич Лопатин[2], Денис Олегович Чернышев[3], Марина Анатольевна Крюкова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] lg205@mail.ru
[2] king-icq@yandex.ru
[3] chernyshevdo@m.usfeu.ru
[4] marina.kryukova.70@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин в условиях интенсификации лесозаготовительного производства. Проанализированы основные направления развития диагностических систем, диагностики трансмиссий, гидравлических и электронных систем.

Ключевые слова: диагностика лесозаготовительных машин, телематические системы, тепловая диагностика, гидростатическая трансмиссия, харвестор, форвардер, системы управления, техническое обслуживание, надежность, гидравлические системы

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG.

Для цитирования: Современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин / В. В. Махнушко, С. Д. Лопатин, Д. О. Чернышев, М. А. Крюкова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 796−801.

© Махнушко В. В., Лопатин С. Д., Чернышев Д. О., Крюкова М. А., 2026

Original article

MODERN APPROACHES TO LOGGING MACHINE DIAGNOSTICS

Vitaly V. Makhnushko[1], Sergey D. Lopatin[2], Denis O. Chernyshev[3], Marina A. Kryukova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] lg205@mail.ru
[2] king-icq@yandex.ru
[3] chernyshevdo@m.usfeu.ru
[4] marina.kryukova.70@mail.ru

Abstract. This article examines modern approaches to logging machine diagnostics in the context of increasingly intensive logging operations. The main development trends in diagnostic systems, transmission diagnostics, hydraulics, and electronics are analyzed.

Keywords: logging machine diagnostics, telematics systems, thermal diagnostics, hydrostatic transmission, harvester, forwarder, control systems, maintenance, reliability, hydraulic systems

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG.

For citation: Sovremennye podxody k diagnostike lesozagotovitelnyx mashin [Modern approaches to logging machine diagnostics] (2026) V. V. Makhnushko, S. D. Lopatin, D. O. Chernyshev, M. A. Kryukova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 796–801. (In Russ).

Современное лесозаготовительное производство характеризуется высокой степенью механизации и автоматизации технологических процессов. Харвесторы, форвардеры, валочно-пакетирующие машины и другая специализированная техника представляют собой сложные технические системы, эффективность работы которых напрямую зависит от состояния их узлов и агрегатов. В условиях жесткой конкуренции на рынке лесозаготовительных услуг и необходимости соблюдения напряженных графиков поставок древесины особую актуальность приобретают вопросы обеспечения высокой надежности техники и минимизации простоев, связанных с отказами оборудования [1].

Современная концепция технического обслуживания предполагает переход от реактивного подхода, при котором ремонт производится после воз-

никновения отказа, к проактивной стратегии, базирующейся на непрерывном мониторинге технического состояния и прогнозировании остаточного ресурса критически важных узлов и агрегатов.

Одним из наиболее перспективных направлений развития систем диагностики лесозаготовительных машин является внедрение телематических систем дистанционного мониторинга. Такие системы обеспечивают непрерывный сбор данных о параметрах работы машины, их передачу на централизованный сервер и последующую обработку с использованием современных аналитических инструментов. Примером реализации данного подхода может служить телематическая система MachineRemoteAdvisor, которая позволяет осуществлять онлайн мониторинг состояния и передвижения специализированной техники через пользовательский интерфейс [2, 3]. Подобные системы регистрируют широкий спектр параметров, включая температуру рабочих жидкостей, давление в гидросистеме, обороты двигателя, расход топлива, вибрационные характеристики, а также координаты местоположения машины и траекторию ее движения.

Анализ данных телематических систем позволяет выявлять отклонения от нормальных режимов работы на ранних стадиях развития дефектов, что дает возможность планировать ремонтные мероприятия и минимизировать риск внезапных отказов в процессе эксплуатации [4].

Важным направлением диагностики лесозаготовительных машин является контроль состояния гидравлических систем, которые выполняют ключевые функции в работе большинства узлов современной техники. Гидростатические трансмиссии, гидроманипуляторы, системы позиционирования рабочих органов и другие гидравлические агрегаты работают в условиях высоких давлений и значительных динамических нагрузок, что обуславливает их подверженность различным видам отказов. Метод тепловой диагностики гидростатической трансмиссии, основанный на анализе температурных полей и их динамики в процессе работы, показал высокую эффективность при выявлении таких дефектов, как износ насосов и гидромоторов, нарушение герметичности уплотнений, загрязнение рабочей жидкости и другие неисправности [3].

Практическое применение метода тепловой диагностики предполагает использование тепловизионного оборудования для регистрации температурных полей поверхностей гидравлических агрегатов в различных режимах работы машины. Сравнение полученных термограмм с эталонными данными, соответствующими исправному состоянию оборудования, позволяет идентифицировать локальные перегревы, свидетельствующие о развивающихся дефектах. Преимуществом данного метода является его неразрушающий характер и возможность проведения диагностики без демонтажа агрегатов непосредственно на месте эксплуатации машины. Интеграция тепловизионных датчиков в состав бортовой системы мониторинга лесоза-

готовительной машины открывает перспективы для организации непрерывного контроля теплового состояния критически важных узлов в автоматическом режиме.

Развитие диагностики гидравлических систем также связано с созданием специализированных стендов и устройств для проверки работоспособности гидравлических агрегатов в условиях ремонтных предприятий. Современные диагностические стенды обеспечивают возможность измерения основных параметров работы гидронасосов, гидромоторов, гидрораспределителей и других компонентов гидросистем, включая подачу, давление, объемный КПД, утечки и другие характеристики [5]. Создание портативных устройств для диагностики, защищенных конструкцией по патенту на полезную модель, расширяет возможности проведения диагностических операций непосредственно на лесосеках и промежуточных складах без необходимости транспортировки техники на стационарные посты диагностики.

Современные электронные системы управления лесозаготовительных машин оснащаются встроенными средствами диагностики, реализующими непрерывный контроль исправности датчиков, проверку работоспособности исполнительных механизмов и регистрацию кодов ошибок при возникновении неисправностей. Однако эффективность встроенной диагностики ограничивается возможностями заложенных производителем алгоритмов, которые не всегда адаптированы к специфическим условиям эксплуатации техники на российских лесозаготовительных предприятиях. Развитие методов и путей решения проблем электроники лесозаготовительной техники предполагает разработку дополнительных средств внешней диагностики, позволяющих проводить углубленный анализ состояния электронных систем с использованием осциллографов, логических анализаторов и специализированного программного обеспечения для считывания и интерпретации диагностической информации.

Современные подходы предполагают создание многоуровневой системы диагностики, включающей непрерывный мониторинг ключевых параметров работы машины с использованием бортовых датчиков и телематических систем, периодический углубленный контроль состояния отдельных узлов и агрегатов с применением специализированного диагностического оборудования, а также экспертную оценку технического состояния на основе анализа накопленных данных и результатов визуального осмотра [1].

На организационном уровне перспективным направлением является развитие централизованных диагностических центров, обслуживающих группу лесозаготовительных предприятий в рамках определенного региона. Концентрация дорогостоящего диагностического оборудования и квалифицированного персонала в специализированных центрах позволяет повысить эффективность использования ресурсов и обеспечить доступность качественных диагностических услуг для более широкого круга потребителей. Развитие мобильных диагностических комплексов, способных выезжать непосредственно на места эксплуатации техники, расширяет возможности

оперативного проведения диагностических мероприятий без необходимости транспортировки машин на стационарные посты [4].

Важным направлением совершенствования систем диагностики является развитие методов прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов на основе анализа трендов изменения диагностических параметров. Современные подходы к прогностической диагностике базируются на использовании методов машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяющих выявлять сложные закономерности в массивах диагностических данных и строить достоверные прогнозные модели. Накопление статистики отказов и корреляция диагностических параметров с фактическим техническим состоянием оборудования создают основу для разработки эффективных прогностических алгоритмов, специфичных для условий эксплуатации лесозаготовительной техники.

Таким образом, современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин характеризуются интеграцией различных методов контроля технического состояния, широким использованием телематических систем и цифровых технологий, развитием прогностических методов диагностики. Несмотря на существующие проблемы, связанные с высокой стоимостью оборудования, недостаточной стандартизацией и организационными сложностями, наблюдается устойчивая тенденция к расширению применения современных диагностических систем в лесозаготовительной отрасли. Дальнейшее развитие диагностики будет определяться прогрессом в области сенсорных технологий, аналитики больших данных и искусственного интеллекта, что откроет новые возможности для повышения надежности и эффективности эксплуатации лесозаготовительной техники.

Список источников

1. Лесозаготовительные машины. Техническая эксплуатация и диагностика / Б. Г. Мартынов, С. Ф. Козьмин, А. С. Кривоногова [и др.]. Изд. 2-е, стер. СПб. : Лань, 2023. 132 с.

2. MachineRemoteAdvisor (MRA). Телематическая система для онлайн мониторинга состояния и передвижения специализированной техники через пользовательский интерфейс : свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024684076, 14.10.2024. Заявка № 2024681690 от 20.09.2024.

3. Особенности использования метода тепловой диагностики гидростатической трансмиссии лесозаготовительных машин / А. В. Латынин, А. Н. Швырев, И. Ю. Кондратенко, И. С. Андрейщева // Воронежский научно-технический Вестник. 2021. Т. 2, № 2 (36). С. 42–49.

4. Совершенствование информационного обеспечения и экспериментальная оценка повышения коэффициента оперативной работы ремонтного

персонала при централизации управления процессами ТО и ТР / Ю. Ю. Володина, В. Ю. Букреев, А. В. Скрыпников [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 3 (55). С. 123–128.

5. Стенд для диагностики гидравлических агрегатов / С. В. Галямин, К. Э. Иванов, Е. С. Высоцкий, Д. В. Ревин // Молодая мысль: наука, технологии, инновации : материалы XV (XXI) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Братск, 2023. С. 116–119.

Научная статья
УДК 656.09

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПРЯМЫХ И КОСВЕННЫХ КРИТЕРИЕВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА

Сергей Вячеславович Михалев[1], Ирина Юрьевна Струкова[2], Наталья Владимировна Зеликова[3], Евгений Владимирович Шаталов[4]
[1–4] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] mikhalev20@mail.ru
[2] siy.vrn@mail.ru
[3] zelikova-vrn@mail.ru
[4] opbd_vglta@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено несколько различных факторов, которые теоретически могут прямо или косвенно влиять на размер средней рыночной ставки на грузоперевозки по различным маршрутам. В качестве примера рассмотрены тарифы крупных транспортных компаний на перевозки по нескольким случайным направлениям. Данная информация может быть полезна при оптимизации использования грузовых ТС.

Ключевые слова: автомобили, грузоперевозки, тарифы, транспорт, факторы влияния

Для цитирования: Оценка различных прямых и косвенных критериев экономической выгоды при оптимизации маршрутов грузового транспорта / С. В. Михалев, И. Ю. Струкова, Н. В. Зеликова, Е. В. Шаталов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 802−808.

© Михалев С. В., Струкова И. Ю., Зеликова Н. В., Шаталов Е. В., 2026

Original article

ASSESSMENT OF VARIOUS DIRECT AND INDIRECT CRITERIA OF ECONOMIC BENEFITS IN OPTIMIZING FREIGHT TRANSPORT ROUTES

Sergey V. Mikhalev[1], Irina Yu. Strukova[2], Natalya V. Zelikova[3], Evgeny V. Shatalov[4]
[1–4] Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] mikhalev20@mail.ru
[2] siy.vrn@mail.ru
[3] zelikova-vrn@mail.ru
[4] opbd_vglta@mail.ru

Abstract. Several different factors have been considered, which theoretically can directly or indirectly affect the size of the average market rate for freight transportation on various routes. As an example, the tariffs of large transport companies for transportation in several random directions are considered. This information can be useful in optimizing the use of freight vehicles.

Keywords: automobiles, freight transportation, freight rates, transport, influencing factors

For citation: Ocenka razlichnyx pryamyx i kosvennyx kriteriev ekonomicheskoj vygody pri optimizacii marshrutov gruzovogo transporta [Assessment of various direct and indirect criteria of economic benefits in optimizing freight transport routes] (2026) S. V. Mikhalev, I. Yu. Strukova, N. V. Zelikova, E. V. Shatalov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 802–808. (In Russ).

Продукция грузового автомобильного транспорта – это перемещение грузов в пространстве, являющееся необходимым элементов производственного процесса продукции и условием, определяющим возможность ее потребления [1, 2].

Тарифы крупных игроков рынка автомобильных грузоперевозок не всегда совпадают со ставками более многочисленных небольших ИП и ООО, занимающихся таким же видом деятельности, но в данной статье рассматривается больше не абсолютное, а относительное различие ставок на грузоперевозки по разным маршрутам, и общие тренды и корреляции вполне можно оценить таким способом.

В табл. 1 приведены расчетные тарифы (источник – калькуляторы на сайтах транспортных компаний) на грузоперевозку семь единиц груза весом 714 кг размером 1,2×1,08×1,05 м, тип груза принят как «личные вещи», требуемый тип кузова принят как тентованный кузов при условии задней разгрузки и выгрузки без растентовки.

Таблица 1

Расчетные тарифы на грузоперевозки

ТК	Деловые линии	Байкал-сервис	ПЭК	Мэйджик транс	ТК КИТ
Маршрут	Ставка, руб.				
Воронеж – Тольятти	125 419,00	118 997,94	115 155,00	89 271,00	116 417,00
Орел-Дмитров	100 837,00	91 492,50	89 167,00	111 914,00	97 172,00
Калуга – Воронеж	116 884,00	115 786,62	103 852,80	95 396,00	104 272,00
Пенза – Воронеж	102 143,00	101 653,47	103 073,20	69 279,00	104 993,00
Белебей – Балаково	151 254,00	125 528,53	130 178,80	113 714,00	143 139,00

Таким образом, средние ставки по данным маршрутам среди крупных транспортных компаний будут составлять:

Воронеж – Тольятти:

(125 419 + 118 997,94 + 115 155 + 89 271 + 116 417)/5 = 113 051,99 руб.;

Орел – Дмитров:

(100 837 + 91 492,50 + 89 167 + 111 914 + 97 172)/5 = 98 116,50 руб.;

Калуга – Воронеж:

(116 884 + 115 786,62 + 103 852,80 + 95 396 + 104 272)/5 = 107 238,28 руб.;

Пенза – Воронеж:

(102 143 + 101 653,47 + 103 073,20 + 69 279 + 104 993)/5 = 96 228,33 руб.;

Белебей – Балаково:

(151 254 + 125 528,53 + 130 178,80 + 113 714 + 143 139)/5 = 132 762,87 руб.

На рис. 1 можно сравнить эти данные, представленные в виде графика.

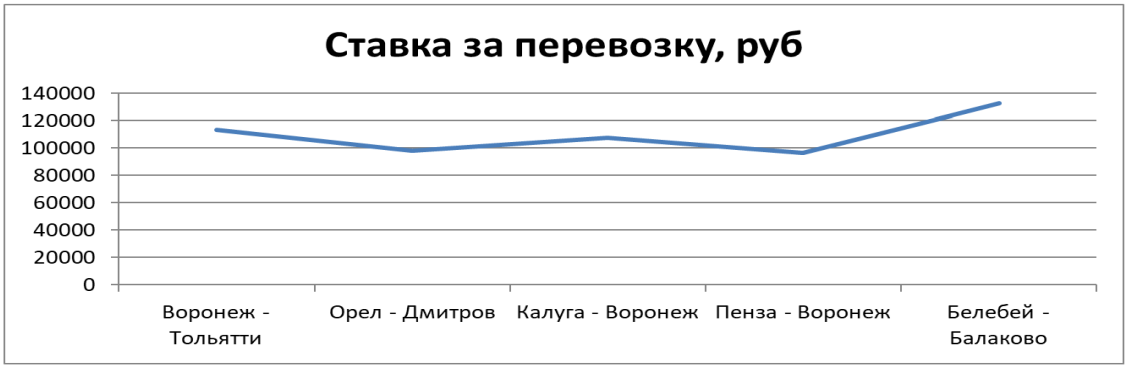


Рис. 1. Ставки крупных ТК на грузоперевозки

При любых оценках маршрутов грузоперевозок, несомненно, нужно обратить внимание и на их километраж. Ниже приведена протяженность маршрутов и цены на топливо в пунктах отправления:

Воронеж – Тольятти: 860 км, средняя цена на ДТ в г. Воронеж на 18.10.25 – 71,35 руб.;

Орел – Дмитров: 440 км; средняя цена на ДТ в г. Орел на 18.10.25 – 71,59 руб.;

Калуга – Воронеж: 440 км; средняя цена на ДТ в г. Калуга на 18.10.25 – 70,16 руб.;

Пенза – Воронеж: 510 км; средняя цена на ДТ в г. Пенза на 18.10.25 – 72, 33 руб.;

Белебей – Балаково: 600 км. средняя цена на ДТ в г. Белебей на 18.10.25 – 70, 29 руб.

Как правило, крупные транспортные компании используют схему логистики с забором груза автомобилем минимально необходимой грузоподъемности в пределах пункта отправки, доставкой его на консолидационный терминал и дальнейшей отправкой еврофурой вместе с другими грузами до, соответственно, консолидационного терминала в городе получения груза, и завершением его доставки снова автомобилем минимальной грузоподъемности.

По данным из различных источников, в среднем расход топлива полностью загруженной еврофуры с полуприцепом составляет 30 л ДТ на 100 км пути, а расход топлива загруженным автомобилем грузоподъемностью пяти т в среднем составляет 20 л на 100 км пути. Примем, что путь от или до терминала будет занимать фиксированно 15 км, т. е. из расчетной протяженности междугороднего маршрута 30 км будет происходить перевозка пятитонным грузовиком, а оставшийся путь двадцати тонным полуприцепом в составе сборного груза. Таким образом, пропорциональные затраты на топливо для пяти т груза для этих маршрутов будет рассчитан следующим образом по формуле:

$$Т_р = \left(\frac{20}{100} * 30 + \frac{30}{100} * \frac{5}{20} * (К - 30)\right) * Ц_{дт}, \quad (1)$$

где К – километраж, который преодолевает двадцати тонный полуприцеп на маршруте;

$Ц_{дт}$ – средняя цена дизельного топлива в городе отправки груза.

Затраты на топливо по маршруту Воронеж – Тольятти:

$$Т_р = \left(\frac{20}{100} * 30 + \frac{30}{100} * \frac{5}{20} * (860 - 30)\right) * 71{,}35 = 4\,869{,}34 \text{ руб.}$$

Рассчитанные подобным образом затраты на топливо по этому и остальным маршрутам представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные затраты на топливо для перевозок

Маршрут	Воронеж – Тольятти	Орел – Дмитров	Калуга – Воронеж	Пенза – Воронеж	Белебей – Балаково
Затраты на топливо, руб.	4869,34	6630,94	2578,38	3037,86	3426,64

В графическом виде эти данные доступны на рис. 2.



Рис. 2. Затраты на топливо по маршрутам

Данный параметр может иметь ключевое значение в ситуации необходимости принятия решения о локации постоянного размещения АТП с автопарком, поскольку промышленно развитые регионы, как правило, предоставляют больше возможных клиентов на постоянные грузоперевозки.

В табл. 3 приведены данные из официальных источников о ВРП (валовом региональном продукте), или объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами в регионах отправки и прибытия груза на ближайший год, по которому уже есть официальные данные.

Таблица 3

Валовый региональный продукт пунктов маршрута

Регион	Год	ВРП, млрд руб.
Воронежская область (для г. Воронежа)	2024	1700
Самарская область (для г. Тольятти)	2024	3100
Орловская область (для г. Орел)	2024	440
Московская область (для г. Дмитров)	2024	6700
Калужская область (для г. Калуга)	2023	792,28

Окончание табл. 3

Регион	Год	ВРП, млрд руб.
Пензенская область (для г. Пенза)	2023	659
Р. Башкортостан (для г. Белебей)	2024	2800
Саратовская область (для г. Балаково)	2023	1350

Не для всех городов доступны данные по 2024 г., по 2025 г. официальная статистика еще отсутствует совсем, но для целей исследования подходит имеющаяся информация, поскольку маловероятно, что за 1–2 года ВРП региона может измениться на какое-либо существенное значение.

В графическом виде данная информа ция для пункта отправления приведена на рис. 3.



Рис. 3. ВРП регионов отправления

Для регионов прибытия, соответственно, статистику в графическом виде можно увидеть на рис. 4.



Рис. 4. ВРП регионов прибытия

Одной из функций цены является поощрение или сдерживающее воздействие цены на производство и потребление продукции, в т. ч. транспортной. Визуально оценив графики, можно заметить следующую корреляцию:

в данном случае тарифы на перевозку практически не зависят от затрат на топливо, от ВРП региона прибытия наблюдается небольшая обратная зависимость, и самое наглядное совпадение перепадов графиков заметно при сравнении графика тарифов и ВРП региона направления, такая картина может объясняться тем, что перевозчикам невыгодно покидать регион, который обладает большим потенциалом в плане заказчиков, но они согласны идти на некоторые уступки, покидая более бедные в плане заказчиков регионы. Это значит, что при планировании работы автотранспорта можно ориентироваться на данные о ВРП регионов, находящихся в пунктах прибытия и отправления маршрутов.

Список источников

1. Домке Э. Р., Жесткова С. А. Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса. Кн. 1. Организация транспортных услуг. Пенза : ПГУАС, 2015. 276 с.

2. Овчинников И. Д. Экономика транспорта. Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. 112 с.

Научная статья
629.312:656.13.08

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ В РФ

Сергей Дмитриевич Пасичник[1], Денис Романович Матыков[2], Андрей Андреевич Волков[3], Ольга Сергеевна Гасилова[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] pasiy@mail.ru
[2] matykovdr@m.usfeu.ru
[3] volkovaa@m.usfeu.ru
[4] gasilovaos@m.usfeu.ru

Аннотация. С появлением мобильных приложений, позволяющих брать электросамокаты в краткосрочную аренду, они становятся популярным средством микромобильности в городских районах. Целью исследования была оценка обстоятельств и причин возникновения дорожно-транспортных происшествиях с участием электросамокатов в РФ.

Ключевые слова: средства индивидуальной мобильности, статистика, дорожно-транспортное происшествие, электросамокат, безопасность дорожного движения

Для цитирования: Дорожно-транспортные происшествия с участием электросамокатов в РФ / С. Д. Пасичник, Д. Р. Матыков, А. А. Волков, О. С. Гасилова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 809−813.

© Пасичник С. Д., Матыков Д. Р., Волков А. А., Гасилова О. С., 2026

Original article

ROAD TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC SCOOTERS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Sergey D. Pasichnik[1], Denis R. Matykov[2], Andrey A. Volkov[3], Olga S. Gasilova[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] pasiy@mail.ru
[2] matykovdr@m.usfeu.ru
[3] volkovaa@m.usfeu.ru
[4] gasilovaos@m.usfeu.ru

Abstract. With the advent of mobile applications that allow for short-term rental of electric scooters, they have become a popular means of micromobility in urban areas. The purpose of this research was to assess the circumstances and causes of road traffic accidents involving electric scooters in the Russian Federation.

Keywords: personal mobility devices, statistics, road traffic accident, electric scooter, road traffic safety

For citation: Dorozhno-transportny`e proisshestviya s uchastiem e`lektrosamokatov v RF [Road traffic accidents involving electric scooters in the Russian Federation] (2026) S. D. Pasichnik, D. R. Matykov, A. A. Volkov, O. S. Gasilova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 809–813. (In Russ).

Электросамокаты (e-scooters) – современный вид индивидуального транспортного средства. Они играют особую роль в городской микромобильности населения [3]. Часто они являются альтернативой велосипедам или общественному транспорту, такому как автобусы или метро, особенно на коротких расстояниях. Самое частое распространение элекстросамокаты получили как последнее звено в транспортной цепочке, когда необходимо преодолеть небольшое расстояние и точно добраться до пункта назначения, который не охвачен городскими маршрутами общественного транспорта или находится далеко от автобусной остановки или пересадочного узла. В такой комбинации их нередко используют для того, чтобы добраться до места работы или учебы.

Выбор средства индивидуальной мобильности в качестве средства передвижения позволяет объезжать пробки, особенно в часы пик, которые являются серьезным препятствием в городской среде. Можно отметить, что электросамокат обладает небольшими размерам и маневренностью, что позволяет эффективно двигаться между транспортными средствами на дороге и передвигаться по тротуарам или велосипедным дорожкам. Удобство и скорость – одни из факторов, влияющих на выбор этого вида транспорта. Другими факторами, повышающими интерес к электросамокатам, являются низкая стоимость использования, минимальное воздействие на окружающую среду и отсутствие вредных выбросов, а также широкая доступность, которая обусловлена большим количеством компаний, предлагающих краткосрочную аренду электросамокатов. В результате с 2018 г., когда такие системы были введены в эксплуатацию, их популярность резко возросла.

Аренда транспортного средства осуществляется дистанционно через простое приложение для смартфона. Кроме того, оно подключено к платформе, которая позволяет быстро и удобно оплачивать проезд. Также во многих городах электросамокаты для аренды стоят на тротуарах или рядом с остановками общественного транспорта, что еще больше повышает их доступность.

В Российской Федерации наблюдается значительный рост популярности электросамокатов в связи с расширением возможностей краткосрочной аренды через приложения. Первая такая система была внедрена в Москве осенью 2018 г. Впоследствии электросамокаты в аренду стали появляться и в других крупных городах.

С распространением этого вида транспорта пришлось внести изменения в правила дорожного движения в РФ [1]. В 2023 г. были внесены изменения, определяющие и вводящие в действие правовую квалификацию средств индивидуальной мобильности (СИМ), к которым относят и элекстросамокаты. Они определяют основные правила дорожного движения и устанавливают ограничение скорости до 25 км/ч. Кроме того, запрещено управлять транспортным средством в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Важно отметить, что использование защитного шлема при эксплуатации СИМ не является обязательным.

Только в 2018 г. СИМ были выделены в отдельную категорию в статистике ДТП, учитываемой ГАИ. Ранее статистика по количеству аварий, пострадавших и возможных жертв, не велась (рис. 1). Стоит отметить, что согласно представленной статистике, в 2025 г. впервые произошло снижение общего числа ДТП с участием СИМ, в предыдущие годы наблюдался лишь стремительный рост.

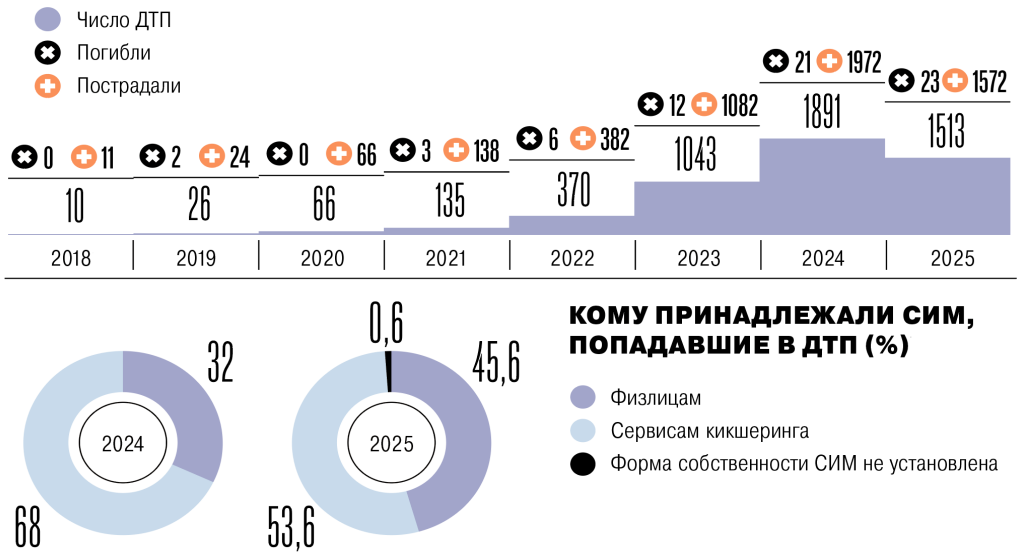


Рис. 1. Статистика ДТП в России с участием СИМ (по данным Научного центра безопасности дорожного движения (НЦ БДД) РФ [2])

Использование электросамокатов, как и любых других СИМ, сопряжено с риском несчастных случаев. Особенно важно то, что водитель электросамоката не защищен от последствий аварии, вызванной столкновением с другим транспортным средством или внезапным падением, т. к. использование защитной экипировки не является обязательным, согласно действующему законодательству. Также стоит отметить, что в ДТП с электросамокатами получает травмы большое количество пешеходов, поскольку на тротуарах и пешеходных зонах возникает наибольшее количество ДТП (рис. 2).

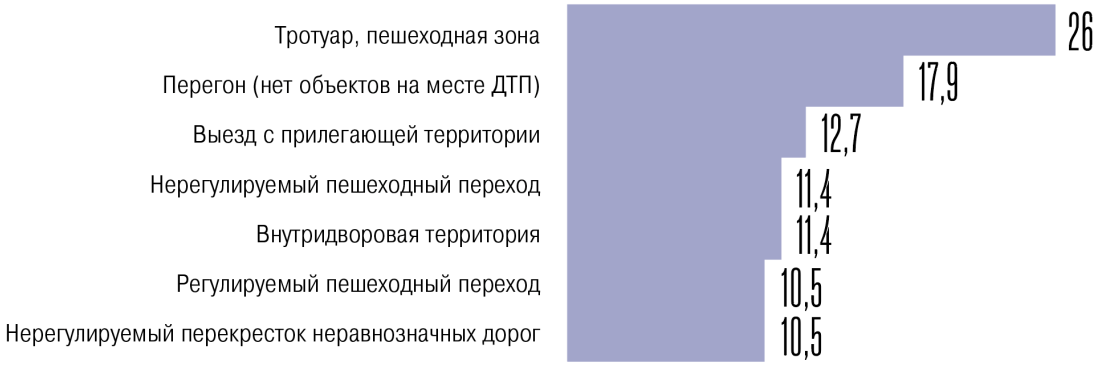


Рис. 2. Распределение ДТП с участием СИМ по местам возникновения (указано в % от общего числа таких ДТП)

Конструкция электросамоката также влияет на риск возникновения аварийных ситуаций. Как правило, у них колеса небольшого диаметра, что при столкновении с препятствием может привести к потере устойчивости и, как следствие, потере контроля над транспортным средством. К таким препятствиям в городской среде относятся бордюры, неровное дорожное покрытие, канализационные люки, другие направляющие устройства.

Кроме того, возможная высокая скорость транспортного средства (более 30 км\ч) способствует потере управляемости и увеличивает риск потери устойчивости и падения. Также отметим, что безопасное передвижение на электросамокате, как и на любом другом транспортном средстве, зависит от погодных условий. В сложных условиях, например после дождя или в условиях недостаточной видимости, передвижение на транспортном средстве с той же скоростью становится более рискованным из-за снижения коэффициента сцепления и, соответственно, падения эффективности тормозной системы. В таких случаях может возникнуть опасная ситуация или изменение траектории движения с последующим столкновением с препятствием. Погодные условия также влияют на психофизиологию пользователей электросамокатов. К дополнительным факторам, повышающим риск аварии, относятся использование телефона во время вождения или поездки с пассажиром.

Таким образом, электросамокаты, как и остальные СИМ, – важная альтернатива городскому транспорту, но их использование сопряжено с риском попасть в дорожно-транспортное происшествие, результатом которого в крайних случаях может стать смерть. Причиной смерти чаще всего является черепно-мозговая травма, что указывает на важнейшую защитную функцию шлема, который надевают лишь немногие пользователи. Необходимо продолжать информировать людей о безопасности использования транспортных средств и искать правовые решения для использования средств защиты.

Список источников

1. О Правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения») : Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 19.04.2024) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RtZPd (дата обращения: 25.11.2025).

2. Сотрудниками Научного центра БДД МВД России подготовлен обзор дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации за 9 месяцев 2025 года // Научный центр безопасности дорожного движения : [сайт]. URL: https://нцбдд.мвд.рф/news/item/72418558 (дата обращения: 25.11.2025).

3. Международная Конвенция о дорожном движении (Женева, 19 сентября 1949 г.) // Гарант : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/10180322/ (дата обращения: 25.11.2025).

Научная статья
УДК 630.233

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ДОСТАВОК ГРУЗА

Диана Олеговна Фролова[1], Ольга Анатольевна Пыталева[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] diana_frolova_02@mail.ru
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрена разработка логистической схемы доставки груза. Для этого необходимо проанализировать грузопотоки и спрос на определенный вид груза, определить точки отправления и назначения, выбрать подходящий вид транспорта и рассчитать экономическую эффективность на малый и большой период.

Ключевые слова: транспорт, груз, логистика, доставка

Для цитирования: Фролова Д. О., Пыталева О. А. Проектирование логистических схем доставок груза // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 814−819.

Original article

DESIGNING LOGISTICS SCHEMES FOR CARGO DELIVERY

Diana O. Frolova[1], Olga A. Pytaleva[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] diana_frolova_02@mail.ru
[2] pytalevaoa@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the development of a logistics scheme for cargo delivery. To do this, it is necessary to analyze cargo flows and demand for a certain type of cargo, determine the points of departure and destination, choose the appropriate mode of transport and calculate economic efficiency for a small and long period.

Keywords: transport, cargo, logistics, delivery

© Фролова Д. О., Пыталева О. А., 2026

For citation: Frolova D. O., Pytaleva O. A. (2026) Proektirovanie logisticheskix sxem dostavok gruza [Designing logistics schemes for cargo delivery]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 814–819. (In Russ).

Рационально организованные логистические схемы помогают эффективно осуществлять доставку товаров и материалов в современном мире. Доход многих транспортных компаний, производительность предприятий, а также работоспособность некоторых государственных организаций зависят от проработанных и налаженных схем доставки груза [1].

Себестоимость перевозки напрямую зависит от проложенного маршрута. Для понижения затрат необходимо выбирать оптимальные пути, которые будут соответствовать не только нормам перевозки устанавливаемых государством, но и одновременно кротчайшие пути для более быстрой доставки груза. На быстроту также влияет скорость, которая зависит от ряда факторов: технические возможности транспорта, скоростные ограничения на пути следования, вид перевозимого груза, его масса и габариты и т. д.

Проблемами для проектирования оптимальных маршрутов можно назвать медленное развитие транспортной отрасли, в отличии от других сфер промышленности, экономики и мира в целом. В условиях глобализации страны занимающие лидирующие места в развитии транспортной логистики подают пример современных и эффективных решений для минимизации затрат и сроков перевозки. Однако отстающие от быстрого прогресса предприятия не могут позволить такие же решения и методы для оптимизации доставок, в связи с неорганизованной транспортной сферой.

Задачи для разработки оптимальных и эффективных логистических схем доставки грузов включают в себя:

– анализ существующих схем и моделей транспортной логистики;

– определение факторов, влияющих на схему доставки и ее разработку;

– разработка и внедрение алгоритмов по оптимизации транспортных процессов [3].

В качестве примера рассмотрим условную перевозку наливного груза автомобильным транспортом. В табл. 1 и на рис. 1, 2 приводятся сведения об объемах перевозок и основные показатели работы, а также характеристика маршрутной сети.

Перевозимым грузом является бензин – высокооктановый продукт переработки нефти. Имеет вид маслянистой желтоватой жидкости с характерным запахом. Имеет высокую степень летучести, испаряемости. При смешивании с воздухом пары бензина образуют взрывоопасную смесь. Бензин относится к третьему классу опасных веществ по правилам Европейского соглашения

о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ – ADR), подкласс 3.1 (легковоспламеняющиеся жидкости с низкой температурой вспышки), номер ООН (UN) 1203.

Исходя из правил перевозки светлых нефтепродуктов, прописанных в ДОПОГ [4], была выбрана Автоцистерна 56216-0000011-G, предназначенная для транспортировки, кратковременного хранения и заправки светлыми нефтепродуктами плотностью не более 0,86 т/м^3 и являющаяся мерой полной вместимости.

Таблица 1

Среднесуточный объем перевозки грузов по заявкам грузоотправителей и грузополучателей

№	Грузоотправители	Грузополучатели	Род груза	Способ перевозки	Коэф. $\gamma_к$	$Q_{сут}$ кол-во, *т*
1	Нефтебаза КМТП $А_1$	Центральн. р-н АЗС-№3 $Б_1$	Бензин по маркам (АИ-92)	Бестарный	0,74	80
2	Нефтебаза КМТП $А_1$	Центральн. р-н АЗС-№5 $Б_2$	Бензин по маркам (АИ-95)	Бестарный	0,75	80
3	Нефтебаза КМТП $А_1$	Центральн. р-н АЗС-№4 $Б_3$	Бензин по маркам (АИ-92)	Бестарный	0,74	60

Первым этапом в организации рациональной логистической схемы доставки является построение эпюры грузопотоков, которая заключается в графическом отображении объема грузооборота на том или ином маршруте, соотнесенного с длиной маршрута. Необходимо разделить схему маршрутов доставки грузов на простые маятниковые маршруты. На маршруте А1Б1 грузооборот – 80 т, на маршруте А1Б2 грузооборот – 180 т, на маршруте А1Б3 грузооборот – 60 т. Расстояния перевозок соответственно 10 км (А1Б1), 11 км ($А_1Б_2$) и 12 км ($А_1Б_3$). Эпюра грузопотока приведена на рис. 1.

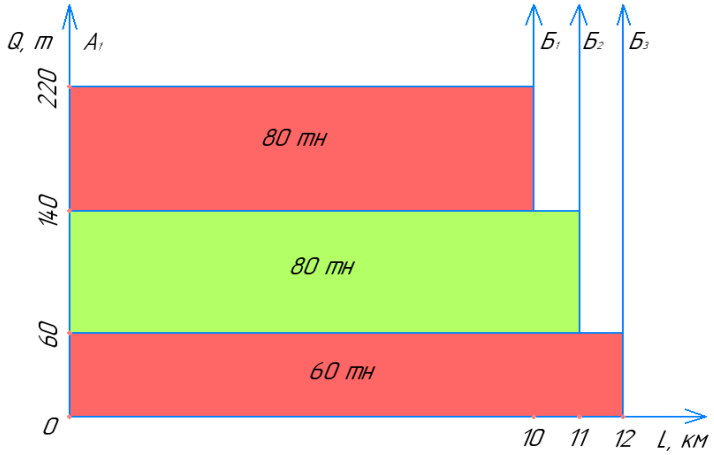


Рис. 1. Эпюра грузопотоков

Из рис. 1 видно, что общий объем грузооборота (Q) за сутки составляет 220 т по всем трем маятниковым маршрутам.

Далее разрабатываются схемы трех отдельных маршрутов доставки грузов по простым маятниковым маршрутам А1Б1, А1Б2, А1Б3 (рис. 2) и выполняется расчет показателей работы подвижного состава на маятниковых маршрутах, производственной программы по эксплуатации (табл. 3).

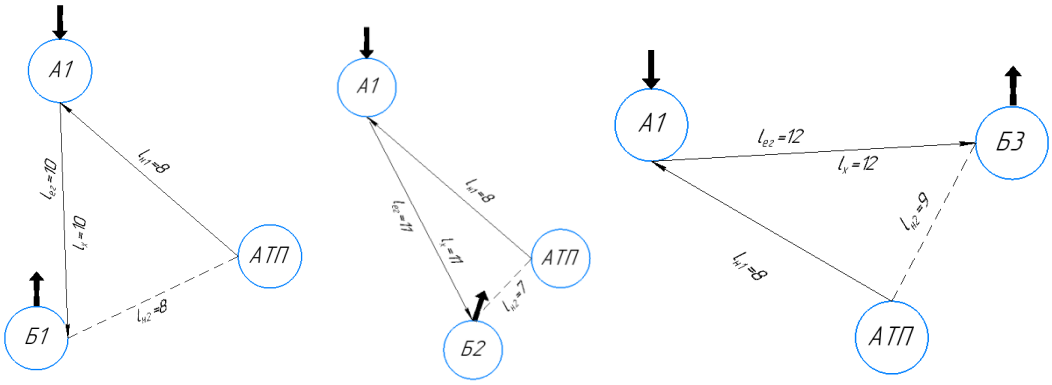


Рис. 2. Схемы маршрутов $А_1Б_{1\text{-}3}$

При разработке графика принимается, что в пункте А1 работают три погрузочно-разгрузочных поста, а в пунктах Б1, Б2, Б3 – по одному погрузочно- разгрузочному посту. В связи с этим разрабатывается графики ездок и погрузки-разгрузки для каждого маршрута [2]. Результаты расчетов сводятся в табл. 2–3.

Таблица 2

График работы

№ авто.	Выезд из АТП	По-грузка	Ездка с грузом	Раз-грузка	Ездка без груза	Обеденных перерыв	Ездка в АТП
График для маршрутов $А_1Б_{1\text{-}3}$							
1	6:00	6:11	6:55	7:08	7:52	–	–
	–	8:05	8:49	9:02	9:46	9:59–10:39	–
	–	10:39	11:23	11:36	12:20	–	–
	–	12:33	13:17	13:30	–	–	14:44–14:25
2	7:00	7:11	7:55	8:08	8:52	–	–
	–	9:05	9:49	10:02	10:46	10:59–11:39	–
	–	11:39	12:23	12:36	–	–	13:20–13:31
График для маршрута $А_1Б_2$							
1	6:00	6:11	6:55	7:09	7:55	–	–
	–	8:07	8:51	9:05	9:49	10:03–10:43	–
	–	10:43	11:27	11:41	12:25	–	–
	–	12:39	13:23	13:37	–	–	14:21–14:31
2	7:00	7:11	7:55	8:09	8:53	–	–
	–	9:07	9:51	10:05	10:49	11:03–11:43	–
	–	11:43	12:27	12:41	–	–	13:25–13:35

Окончание табл. 2

№ авто.	Выезд из АТП	По-грузка	Ездка с грузом	Раз-грузка	Ездка без груза	Обеденных перерыв	Ездка в АТП
График для маршрута $А_1Б_3$							
1	6:00	6:11	6:55	7:09	7:53	–	–
	–	8:07	8:51	9:05	9:49	10:03–10:43	–
	–	10:43	11:27	11:41	–	–	12:25–12:37
2	7:00	7:11	7:55	8:09	8:53	–	–
	–	9:07	9:51	10:05	–	–	10:49–11:01

Таблица 3

Совместный график работы погрузоразгрузочных постов

Пункт $А_1$			Пункт $Б_1$	Пункт $Б_2$	Пункт $Б_3$
Погрузочный пост № 1	Погрузочный пост № 2	Погрузочный пост № 3	Разгрузочный пост	Разгрузочный пост	Разгрузочный пост
6:11, 8:05, 10:39, 12:33	6:11, 8:05, 10:39, 12:33	6:11, 8:07, 10:43	7:08, 9:02, 11:36, 13:30	7:09, 9:05, 11:41, 13:37	7:09, 9:05, 11:41
7:11, 9:05, 11:39	7:11, 9:05, 11:39	7:11, 9:07	8:08, 10:02, 12:36	8:09, 10:05, 12:41	8:09, 10:05

Рассчитанный средний коэффициент использования пробега за сутки составляет 0,49 (пробег используется наполовину). Для того чтобы коэффициент возрос, необходимо сократить часть холостых пробегов путем перевозки попутных грузов в обратном направлении.

Коэффициент использования грузоподъемности составляет 0,74-075, это означает то, что транспортное средство загружается не полностью. Повышение коэффициента использования грузоподъемности достигается максимально возможной загрузкой автомобиля и зависит от правильного выбора подвижного состава по количеству и виду перевозимого груза.

Таким образом, системный подход к планированию маршрутов и эксплуатации транспортных средств, а также внедрение современных технологий управления являются ключевыми факторами повышения эффективности логистических процессов в транспортной отрасли.

Приведенные расчеты демонстрируют комплексный подход к проектированию логистических схем с учетом технических, организационных и экономических параметров.

Список источников

1. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта : Федеральный закон от 08.11.2007 N 259-ФЗ. // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru (дата обращения: 19.02.2026).

2. Об утверждении Особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей : Приказ Минтранса России от 16.10.2020 N 424 (ред. от 12.01.2022) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru (дата обращения: 19.02.2026).

3. Логистические транспортно-грузовые системы / В. И. Апатцев, С. Б. Левин, В. М. Николашин [и др.] ; под ред. В. М. Николашина. М. : Академия, 2003. 302 с.

4. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов. Т. 1. Организация объединенных наций Нью-Йорк и Женева // Министерство транспорта Российской федерации агентство автомобильного транспорта : [сайт]. URL: https://rosavtotransport.ru (дата обращения: 19.02.2026).

Научная статья
УДК 656.13

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПО ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

Михаил Алексеевич Цариков[1], Игорь Георгиевич Сорогин[2], Алексей Алексеевич Цариков[3]
[1–3] Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия
[1] Prrur0707@gmail.com
[2] ISorogin@usurt.ru
[3] Zarikof@mail.ru

Аннотация. В статье предложены различные методы оценки структуры перемещений по территории города. Методы, предложенные авторами, позволяют оценивать транспортные системы городов с помощью различных критериев и более детально понимать общую мобильность перемещения его жителей.

Ключевые слова: транспортные системы городов, структура перемещений городского населения, мобильность населения

Для цитирования: Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А. Методы определения структуры перемещений по территории города // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 820−824.

Original article

METHODS OF DETERMINING THE STRUCTURE OF MOVEMENTS IN THE CITY TERRITORY

Mikhail A. Tsarikov[1], Igor G. Sorogin[2], Alexey A. Tsarikov[3]
[1–3] Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, Russia
[1] Prrur0707@gmail.com
[2] ISorogin@usurt.ru
[3] Zarikof@mail.ru

Abstract. The article proposes various methods for assessing the structure of movements. The methods proposed by the authors allow for the evaluation of urban transportation systems using various criteria and provide a more detailed understanding of the overall mobility of urban residents.

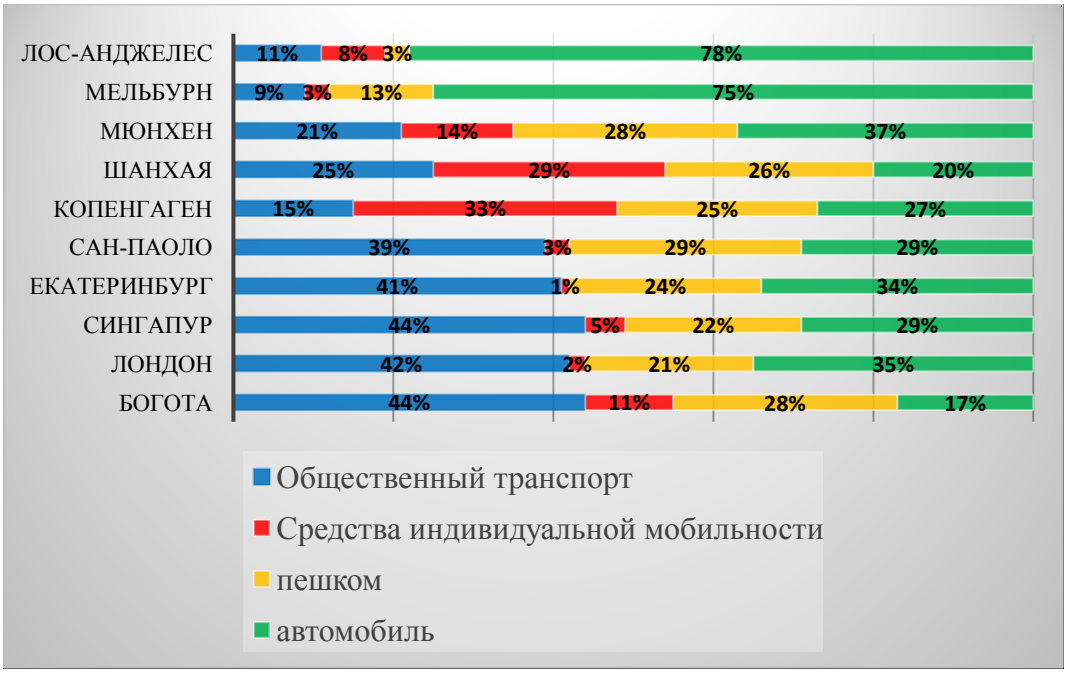
© Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А., 2026

Keywords: urban transport systems, urban population movement patterns, population mobility

For citation: Tsarikov M. A., Sorogin I. G., Tsarikov A. A. (2026) Metody` opredeleniya struktury` peremeshhenij po territorii goroda [Methods of determining the structure of movements in the city territory]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 820–824. (In Russ).

Жители города выбирают различные способы перемещения, и зависит это от множества факторов, например дальность и цель перемещения, а также временные и финансовые затраты [1, 2]. Для оценки условий функционирования транспортных систем в зарубежной и отечественной литературе один из критериев, который рассматривают специалисты, – структуры распределения перемещений. Более подробно результаты данных исследований описаны в работах [3, 4].

Одним из важнейших показателей, представленных в данном исследовании, является распределение трудовых корреспонденций по способам их реализации. Известно, что трудовые корреспонденции осуществляются в большей мере в пиковые часы суток и являются одной из причин перегруженности транспортных систем. На рисунке представлены результаты данных исследований в различных городах мира, включая Екатеринбург (рисунок).



Структура распределения трудовых перемещений
для различных городов мира [5]

Как видно по данным рисунка, города мира, с точки зрения способа перемещения, можно разделить на три разные группы:

1. Транспортные системы с высокой долей перемещений на личных автомобилях.

2. Транспортные системы с развитой системой пассажирского транспорта общего пользования.

3. Транспортные системы с высокой долей перемещений с помощью средств индивидуальной мобильности.

Стоит отметить, что исследование структуры распределения трудовых перемещений проводится анкетным способом, с помощью опроса респондентов. В результате данного опроса для расчета доли перемещения различным способом используется следующая формула:

$$d_i = \frac{N_i}{N_{\text{от}}+N_{\text{сим}}+N_{\text{пеш}}+N_{\text{ав}}}, \quad (1)$$

где d_i – доля перемещений i-м способом, %;

N_i – количество перемещений i-м способом, ед.;

$N_{\text{от}}$ – количество перемещений с помощью общественного транспорта, ед.;

$N_{\text{сим}}$ – количество перемещений с помощью средств индивидуальной мобильности (электросамокат, велосипед, сигвей и пр.), ед.;

$N_{\text{пеш}}$ – количество перемещений пешком, ед.;

$N_{\text{ав}}$ – количество перемещений на автомобиле, ед.

Как видно из формулы (1), данный метод оценки оценивает количество перемещений различным способ в количественном выражении. Однако каждый тип перемещения может существенно отличаться по времени и дальности. Кроме того, в различных странах и городах подход к расчету количества поездок может существенно отличаться. В этом отношении выделяется пассажирский транспорт общего пользования. В городах центральной и западной Европы на данный момент принята пересадочная модель перевозки пассажиров. Иными словами, пассажиры оплачивают билет ни на одну поездку, а на определенный период времени (30 минут, сутки, неделю и т. д.). Данная система оплаты применяется в РФ с 2017 г.

В рамках данной модели перевозок одна поездка пассажира от точки отправления в точку прибытия может осуществляться с помощью нескольких маршрутов или видов транспорта. Следовательно, количество перевезенных пассажиров, в соответствии с принятыми методами расчета, в отечественной и зарубежной литературе может существенно отличаться. Однако объем транспортной работы может быть одним и тем же.

Учитывая вышесказанное, авторы статьи предложили другие методы подхода к распределению перемещений.

Метод оценки распределения поездок, основанный на объеме выполненной транспортной работы. В данном методе учитывается не количество передвижений тем или иным способом, а их общая протяженность. Для расчета данного показателя предлагается использовать следующую формулу (2):

$$d_i^{\text{тр}} = \frac{\sum N_{ij} \cdot L_{ij}}{\sum N_{\text{от}j} \cdot L_{\text{от}j} + \sum N_{\text{сим}j} \cdot L_{\text{сим}j} + \sum N_{\text{пеш}j} \cdot L_{\text{пеш}j} + \sum N_{\text{ав}j} \cdot L_{\text{ав}j}}, \quad (2)$$

где $d_i^{\text{тр}}$ – доля транспортной работы, выполняемая с помощью *i*-го способа перемещения, %;

N_{ij} – количество перемещений, выполняемых с помощью *i*-го способа, на определенное расстояние, ед.;

L_{ij} – дальность перемещения, выполненного с помощью *i*-го способа, на определенное расстояние, км.;

$N_{\text{от}j}$, $N_{\text{сим}j}$, $N_{\text{пеш}j}$, $N_{\text{ав}j}$ – соответственно количество перемещений на общественном транспорте с помощь средств индивидуальной мобильности, пешком и на автомобиле на определенное расстояние, ед.;

$L_{\text{от}j}$, $L_{\text{сим}j}$, $L_{\text{пеш}j}$, $L_{\text{ав}j}$ – соответственно дальность *j*-го перемещения с помощью общественного транспорта, средств индивидуальной мобильности, пешком и на автомобиле, км.

Еще одним методом оценки может быть распределение структуры передвижения во временном выражении. Расчетная формула для данного метода выглядит следующим образом:

$$d_i^{\text{вр}} = \frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{\text{от}j} + \sum t_{\text{сим}j} + \sum t_{\text{пеш}j} + \sum t_{\text{ав}j}}, \quad (3)$$

где $d_i^{\text{вр}}$ – доля временных затрат приходящихся на *i*-го способ перемещения, %;

$\sum t_{ij}$ – суммарное время всех перемещений, осуществляемых *i*-м способ, ч;

$\sum t_{\text{от}j}$ – суммарное время всех перемещений, осуществляемых на общественном транспорте, ч;

$\sum t_{\text{сим}j}$ – суммарное время всех перемещений, осуществляемых с помощью средств индивидуальной мобильности, ч;

$\sum t_{\text{пеш}j}$ – суммарное время всех пеших перемещений, ч;

$\sum t_{\text{ав}j}$ – суммарное время всех перемещений, осуществляемых с помощью автомобиля, ч.

Аналогичным образом структуру транспортных перемещений по территории города можно оценить с точки зрения финансовых затрат, экологических воздействий на окружающую среду и т. д.

Список источников

1. Михайлов А. С. Управление рынком перемещений городского населения. Алма-Ата : НИЦ Гылым, 2003. 237 с

2. Колесов В. И. К задаче управления городской мобильностью / В. И. Колесов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2018. № 10. С. 31–37.

3. Pucher J. Urban passenger transport in the United States and Europe: Acomparative analysis of public policies // Transport Reviews. 1995. Part 1, № 15 (2). P. 99–117.

4. Cole, R. Socio-demographic variations in walking for transport for recreation or exercise among adult Australians / R. Cole, E. Leslie, A. Bauman, M. Donald // Journal of Physical Activity and Health. 2006. Vol. 3. P. 164–178.

5. What Cities Want. How cities plan future mobility. A study by the Technische Universität München and MAN // ResearchGate : [сайт]. URL: https://www.researchgate.net/publication/280882373_What_Cities_Want#fullTextFileContent (дата обращения: 19.02.2026).

Научная статья
УДК 656.13

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДОЛИ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА

Михаил Алексеевич Цариков[1], Игорь Георгиевич Сорогин[2], Алексей Алексеевич Цариков[3]
[1–3] Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия
[1] Prrur0707@gmail.com
[2] ISorogin@usurt.ru
[3] Zarikof@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема снижения объема перевозок городским пассажирским транспортом общего пользования по мере роста уровня автомобилизации населения и размера города.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, доля перевозок, пассажирские перевозки, уровень автомобилизации

Для цитирования: Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А. Закономерности изменения доли перевозки пассажиров общественным транспортом в зависимости от численности населения города // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 825−829.

Original article

PATTERNS OF CHANGE IN THE SHARE OF PASSENGER TRANSPORTATION BY PUBLIC TRANSPORT DEPENDING ON THE POPULATION OF THE CITY

Mikhail A. Tsarikov[1], Igor G. Sorogin[2], Alexey A. Tsarikov[3]
[1–3] Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, Russia
[1] Prrur0707@gmail.com
[2] ISorogin@usurt.ru
[3] Zarikof@mail.ru

Abstract. The article discusses the problem of decreasing the volume of urban passenger transportation as the level of car ownership of the population and the size of the city increase.

© Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А., 2026

Keywords: urban passenger transport, share of traffic, passenger transportation, level of motorization

For citation: Tsarikov M. A., Sorogin I. G., Tsarikov A. A. (2026) Zakonomernosti izmeneniya doli perevozki passazhirov obshhestvenny`m transportom v zavisimosti ot chislennosti naseleniya goroda [Patterns of change in the share of passenger transportation by public transport depending on the population of the city. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 825–829. (In Russ).

Стремительный рост уровня автомобилизации городов России, который начался в 90-е гг. XX столетия, снизил роль пассажирского транспорта общего пользования. Однако одновременно с улучшением показателей мобильности населения, легковой автомобиль принес множество проблем в жизнь горожан. Сюда стоит отнести многочасовые пробки, рост количества дорожно-транспортных происшествий, а также проблемы временного и постоянного хранения автомобилей.

Одновременно с процессом автомобилизации во многих городах России начались финансовые проблемы у пассажирских транспортных предприятий. В результате этого качество транспортного обслуживания населения начало заметно ухудшаться. Одновременно с этим, как указано в работе [1], пассажирский транспорт продолжает оставаться социально значимым объектов в жизни любого города.

Достаточно большое количество отечественных исследователей рассматривали в своих работах [2, 3] способы улучшения качества работы пассажирского транспорта, а также повышение эффективности управления им [4, 5]. При этом основные выводы данных исследований указывают на необходимость увеличения объема перевозок городским пассажирским транспортом.

Учитывая вышесказанное, авторы данной работы [5] предприняли попытку оценить объем пассажиров перевозимый общественным транспортом в городах с различной численностью населения.

Стоит подчеркнуть, что развитие пассажирского транспорта общего пользования в городах России началось в середине XIX в. В этот период перевозки пассажиров на конной тяге осуществлялись в Москве и Санкт-Петербурге. В других городах России развитие массового пассажирского транспорта началось только в начале XX в., а в большинстве городов только перед началом Великой отечественной войны.

Также в большинстве отечественных городов уровень автомобилизации населения оставался довольно низким, и граждане использовали в большей мере общественный транспорт для поездок по территории города. Рассмотрение материалов транспортных обследований городов Советского союза, а точнее пассажиропотоков и интенсивности движения транспорта, позволили провести оценку объема перевозок общественным транспортом.

Как показывают данные материалы, в городах постсоветского пространства от 85 до 95 % всех поездок осуществлялось с помощью пассажирского транспорта общего пользования. При этом в наиболее крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург (на тот момент Ленинград), доля поездок на общественном транспорте могла быть несколько ниже, чем в малых и средних городах страны. В большей мере это связано с более высоким уровнем автомобилизации двух столиц. Стоит отметить, что до начала 90-х гг. XX в. личные автомобили считались дефицитным товаром и производились в значительно меньших объемах, чем это требовалось гражданам.

С переходом на рыночную экономику в начале 1990-х гг. в страну начался ввоз новых и поддержанных автомобилей иностранного производства. Это ускорило автомобилизацию страны и снизило объем перевозок общественным транспортом.

Как показывают недавние исследования, к середине 2010-х гг. уровень автомобилизации многих городов России превысил значения в 300 автомобилей на 1000 жителей. Вместе с этим доля перевозок общественным транспортом в городах с различной численностью населения изменилась по-разному.

Так, в Москве доля перевозок пассажирским транспортом в середине 1980-х гг. составляла 88 %. За 30 лет уровень автомобилизации жителей столицы увеличился практически в 10 раз, однако доля перевозок общественным транспортом снизилась только до 70 % (таблица).

Доля перевозки пассажиров общественным транспортом в городах с различной численностью населения, в период низкого и высокого уровня автомобилизации населения

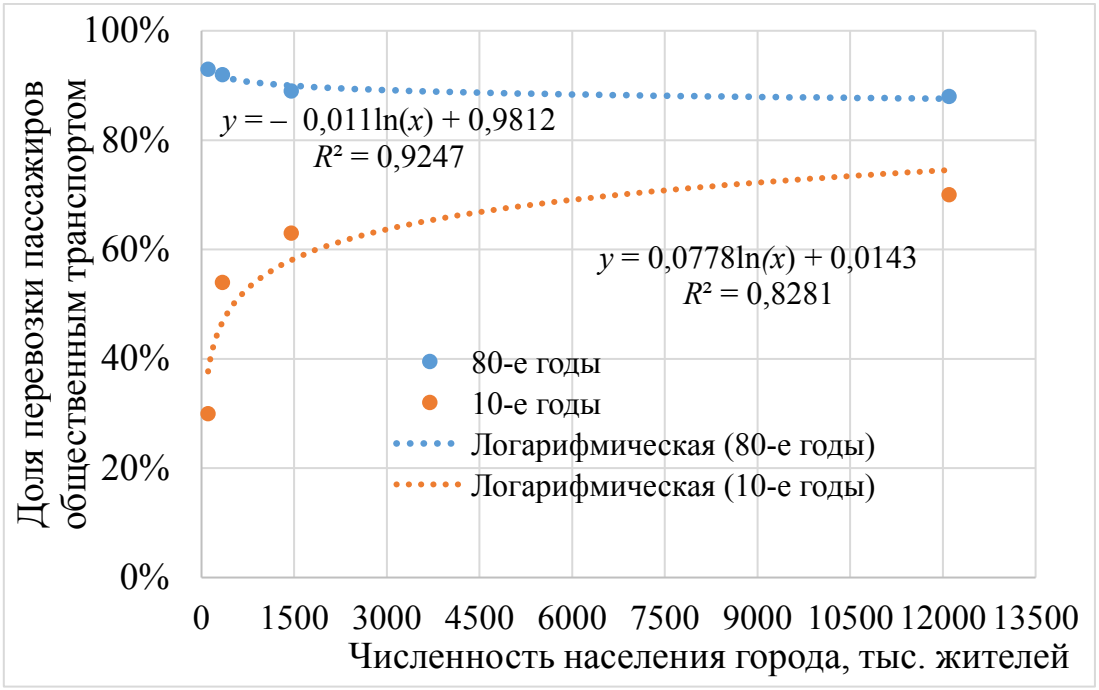
Название города	Численность населения, тыс. чел	Доля перевозки городским общественным транспортом, %	
		середина 1980-х гг.	середина 2010-х гг.
Москва	12.300	88	70
Екатеринбург	1.450	89	63
Нижний Тагил	350	92	54
Ханты-Мансийск	96	93	30

Одновременно с этим анализ документов транспортного планирования по Ханты-Мансийску показал, что в этом городе доля перевозок общественным транспортом составляет 30 %. При этом в 1980-е гг. этот показатель оценивался в размере 93 %.

В более крупных городах, таких как Екатеринбург и Нижний Тагил, роль общественного транспорта снизилась не так сильно, как в Ханты-Мансийске. Так, в Екатеринбурге доля перевозок общественным транспортом оценивается в размере 63 %, а в Нижнем Тагиле – в пределах 54 %.

Как видно из данных таблицы, стремительная автомобилизация городов России привела к тому, что роль общественного транспорта значительно снизилась. При этом выявилась определенная закономерность, чем меньше численность населения города, тем ниже доля перевозок транспортом общего пользования.

Учитывая это, авторы данной статьи построили график функции с указанием численности населения по оси абсцисс и долей перевозок пассажиров общественным транспортом по оси ординат (рисунок). Стоит подчеркнуть, что отдельная кривая была построенная для условий перевозок середины 1980-х гг. и 2010-х гг.



Доля перевозки пассажиров общественным транспортом в городах с различной численностью населения, в период низкого и высокого уровня автомобилизации населения

Как видно из рисунка, влияние численности населения города на объем перевозок общественным транспортом в обоих вариантах можно описать математической моделью:

$$У = a_5 \ln \ln (X) + C_5.$$

Учитывая значения коэффициентов детерминации R^2, которые равны 0,82 и 0,92 соответственно, можно заключить, что данная модель справедлива как для низкого, так и для высокого уровня автомобилизации населения.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Уровень автомобилизации существенным образом сказывается на доле перевозок пассажирским транспортом общего пользования. Закономерности изменения доли перевозки пассажиров общественным транспортом в городах с различной численностью населения можно корректно описать логарифмической функцией.

Чем выше численность населения города, тем выше доля перевозок общественным транспортом.

Список источников

1. Роль транспорта общего пользования в формировании социальной сферы городских территорий / Д. А. Дрючин, Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2024. № 2. С. 29–32

2. Анализ показателей повышения социальной значимости городского пассажирского транспорта в городе Краснодаре / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, К. В. Тыргалов, Н. А. Карташов // Вестник Донецкой академии транспорта. 2025. № 2. С. 30–38.

3. Александрова С. А., Кулаковская А. А. Исследование окупаемости городских пассажирских маршрутов // Формирование финансово- экономических условий инновационного развития экономики : материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 16–17 декабря 2022 г. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2023. С. 202–207.

4. Шишкин М. В., Назарова А. Н. Актуальные проблемы экономической эффективности управления пассажирским транспортом в мегаполисе // Молодежь, образование и наука XXI века : материалы научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ, профессора В. С. Соминского, Санкт-Петербург, 18 апреля 2024 г. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2024. С. 252–256.

5. Владимирова А. А. Проблема убыточности городского пассажирского транспорта // Наука и Образование. 2024. Т. 7, № 1 // Мастерская публикаций : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RthrN (дата обращения: 19.02.2026).

Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог, мостов и тоннелей

Научная статья
УДК 691.1

РОЛЬ ГЕОТЕКСТИЛЯ В ПОВЫШЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Артем Игоревич Абатуров[1], Антон Александрович Чижов[2], Игорь Николаевич Кручинин[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] artemius.1998@mail.ru
[2] chizhovaa@m.usfeu.ru
[3] kruchininin@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматривается значение геотекстиля в строительстве автомобильных дорог с целью повышения долговечности и несущей способности. Рассмотрены реальные примеры эффективности геотекстиля.

Ключевые слова: геотекстиль, дорожная одежда, долговечность

Для цитирования: Абатуров А. И., Чижов А. А., Кручинин И. Н. Роль геотекстиля в повышении долговечности и несущей способности дорожных одежд // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 831–834.

Original article

THE ROLE OF GEOTEXTILES IN INCREASING THE DURABILITY AND LOAD-BEARING CAPACITY OF ROAD CLOTHES

Artyom I. Abaturov[1], Anton A. Chizhov[2], Igor' N. Kruchinin[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] artemius.1998@mail.ru
[2] chizhovaa@m.usfeu.ru
[3] kruchininin@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines the role of geotextiles in road construction to improve durability and load-bearing capacity. Real-world examples where geotextiles have shown their effectiveness are considered.

Keywords: geotextile, road clothes, durability

© Абатуров А. И., Чижов А. А., Кручинин И. Н., 2026

For citation: Abaturov A. I., Chizhov A. A., Kruchinin I. N. (2026) Rol` geotekstilya v povy`shenii dolgovechnosti i nesushhej sposobnosti dorozhny`x odezhd odezhd [The role of geotextiles in increasing the durability and load–bearing capacity of road clothes]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 831–834. (In Russ).

Современные требования к транспортной инфраструктуре обуславливают необходимость применения эффективных решений для обеспечения долговечности дорожных одежд. Особую актуальность это приобретает при строительстве на слабых грунтах, где традиционные технологии часто не обеспечивают требуемых показателей устойчивости и долговечности.

На сегодняшний день внедрение геосинтетических материалов в сферу дорожного строительства достигло внушительных масштабов. Благодаря им качество выполняемых работ и надежность дорожных конструкций значительно выросло.

Геосинтетические материалы представляют собой класс продуктов, изготавливаемых из синтетических полимеров и предназначенных для улучшения характеристик грунтовых конструкций [1]. Среди них геотекстиль занимает особое положение благодаря универсальности применения. Геотекстиль – это проницаемое текстильное полотно, производимое тканым, нетканым или вязаным способом из полиэфирных или полипропиленовых волокон (рис. 1).



Рис. 1. Геотекстиль, уложенный на земляном полотне

Основное предназначение геотекстиля в дорожной одежде заключается в предотвращении взаимного перемешивания различных слоев, например, грунта земляного полотна и песчано-щебеночного основания (рис. 2). Без разделительного слоя происходит проникание щебня в мягкий грунт и заиливание щебеночного слоя частицами почвы, что приводит к потере прочности основания и образованию колейности, провалов и выбоин [2].

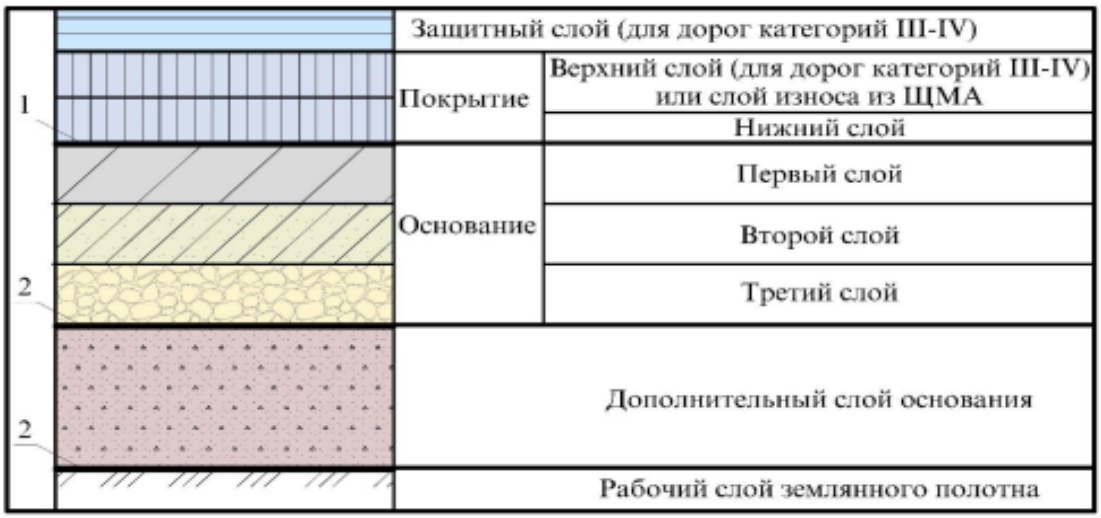


Рис. 2. Пример конструкции дорожной одежды
с применением геосинтетических материалов:
1 – армирующая сетка; 2 – геотекстиль

Помимо этого, применение геотекстиля позволяет:

– снизить общую толщину конструкции дорожной одежды;

– повысить устойчивость одежды к динамическим и статическим нагрузкам, колейности;

– снизить сроки консолидации и значения осадки насыпи;

– выполнить строительство на слабых грунтах, болотах любого типа или в условиях вечной мерзлоты.

Армирующий эффект проявляется в перераспределении напряжений от транспортных нагрузок, что повышает несущую способность конструкции в целом.

За счет своих положительных показателей, применение геотекстиля не ограничивается только дорожным строительством [3]. Он имеет и другие сферы применения. Это:

– армирование насыпей железнодорожных путей, аэродромов (рис. 3);

– усиления оснований под строительство зданий и сооружений;

– стабилизация грунтовых оснований при возведении подпорных стен.

Дренирующий эффект геотекстиля заключается в способности отводить грунтовые воды за пределы конструктивных слоев, предотвращая накопления влаги в слое земляного полотна, что в свою очередь может привести к снижению общей несущей способности дороги.



Рис. 3. Армирование основания взлетно-посадочной полосы
при строительстве аэропортового комплекса космодрома «Восточный»

Таким образом, использование геотекстиля позволяет:

– повысить прочность конструктивных слоев (щебень, ЩПС, песок) на 20–30 %;

– увеличить межремонтный срок и общую долговечность дорожных конструкций;

– сократить расход каменных строительных материалов на 15–30 % за счет увеличения модуля упругости щебеночной подушки;

– снизить интенсивность колееобразования на грунтовых аэродромах в 2–10 раз.

Геотекстиль не просто «улучшает» параметры некого фиксированного процента, а принципиально меняет механику работы грунтового основания, обеспечивая его долговечность и устойчивость за счет выполнения функций разделения и армирования.

Список источников

1. Использование геотекстиля в дорожном строительстве // BAUREX : [сайт]. URL: https://baurex.ru/wiki/geotekstil/ispolzovanie-geotekstilya-v-dorozhnom-stroitelstve/ (дата обращения: 16.11.2025).

2. Геотекстиль в дорожном строительстве // Транском : [сайт]. URL: https://asfaltsneg.ru/novosti-kompanii/geotekstil-v-dorozhnom-stroitelstve/ (дата обращения: 16.11.2025).

3. Строительство аэропортового комплекса космодрома «Восточный» // Геоспан : [сайт]. URL: https://geospan.gexa.ru/opyt-primeneniya/avtomobilnie-dorogi/stroitelstvo-aeroportovogo-kompleksa-kosmodroma-vostochnyj/ (дата обращения: 18.11.2025).

Научная статья
УДК 625.7

ПРИЧИНЫ И МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ

Евгения Васильевна Анянова[1], Татьяна Сергеевна Новоселова[2], Рафаэль Рамилевич Ганеев[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] anyanovagv@m.usfeu.ru
[2] novoselovats@m.usfeu.ru
[3] rafael.yezhov@gmail.com

Аннотация. В настоящей работе описаны причины и методы деформации асфальта, и что является основным для продления срока службы верхнего слоя дорожного полотна.

Ключевые слова: асфальтовое покрытие, причины деформации, методы выявления деформаций

Для цитирования: Анянова Е. В., Новоселова Т. С., Ганеев Р. Р. Причины и методы выявления деформации асфальтового покрытия // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 835–838.

Original article

CAUSES AND METHODS OF DETECTING ASPHALT PAVEMENT DEFORMATION

Evgeniya V. Anyanova[1], Tatiana S. Novoselova[2], Rafael R. Ganeev[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] anyanovagv@m.usfeu.ru
[2] novoselovats@m.usfeu.ru
[3] rafael.yezhov@gmail.com

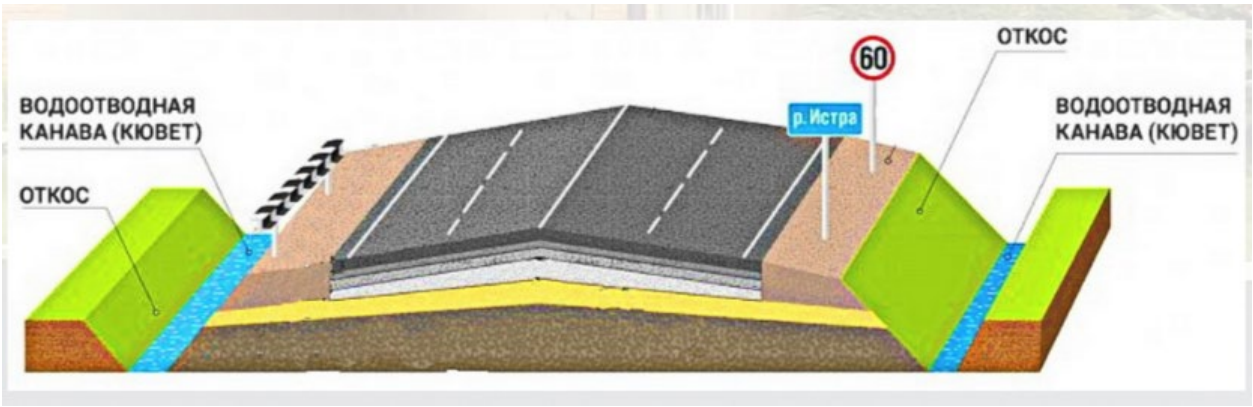
Abstract. The article describes the causes and methods of asphalt deformation, and what is the main thing to extend the service life of the top layer of the roadway.

© Анянова Е. В., Новоселова Т. С., Ганеев Р. Р., 2026

Keywords: asphalt pavement, causes of deformation, methods of detecting deformations

For citation: Anyanova E. V., Novoselova T. S., Ganeev R. R. (2026) Prichiny` i metody` vy`yavleniya deformacii asfal`tovogo pokry`tiya [Causes and methods of detecting asphalt pavement deformation]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 835–838. (In Russ).

Дефекты асфальтового покрытия вызывают потенциальные риски для участников дорожного движения. Актуальность темы связана с необходимостью знать и понимать важность наиболее эффективных методов диагностики и профилактики разрушений дорожной одежды, чтобы продлить срок службы дорожного полотна как можно дольше (рисунок). Наибольшему воздействию от окружающей среды и интенсивности движения транспорта подвергается верхний слой – асфальтовое покрытие [1].



Дорожная одежда

Асфальт – это искусственный композитный материал (асфальтобетонная смесь), который используется для устройства дорожных покрытий различного назначения – от автомагистралей до тротуаров и стоянок. За время своего существования состав и технология производства претерпели немало изменений [2]. Но несмотря на это по-прежнему в процессе эксплуатации неизбежно появляются различные деформации и повреждения покрытия. Правильно выполненное асфальтирование не только улучшает внешний вид объектов, но и значительно увеличивает его долговечность.

Некоторые причины деформации асфальта [3]:

– высокая нагрузка: интенсивное движение крупногабаритного транспорта на некоторых участках дорог приводит к продавливанию дорожного полотна и появлению повреждений;

– ненормативная укладка: дождливая погода, минусовые температуры, несоблюдение температурного режима асфальтобетонной смеси, малое количество проходов вальцами катка сокращают срок службы;

– качество асфальта: воздействие погодных условий (дождь, снег, температурные колебания и повышение уровня грунтовых вод) могут значительно ослабить асфальт, если его зерновой состав не соответствует ГОСТу;

– отсутствие водоотведения: в весенне-осенний период на поверхности застаивается вода, попадая в трещины на асфальте, а при минусовых температурах замерзает и, по законам физики, расширяется, что приводит к разрушению;

– природные факторы: вспучивание из-за разрастающихся корней деревьев или проседание из-за деформации грунта приводят к разрушению асфальта;

– ошибки на этапе проектирования: неправильные расчеты нагрузок, морозостойкости, дренажной системы, не учтенные особенности земельного полотна приводят к его разрушению.

Своевременные превентивные меры продляют срок службы асфальта. Выделяют два основных способа обследования [4]:

– визуальное: проводится непосредственно на самом объекте. Эксперты при внешнем обследовании выявляют просадки, выбоины, интенсивности и состав движения, состояние дорожной одежды, обочин и водоотводных сооружений, земляного полотна и так далее, составляют дефектную ведомость;

– инструментальное: анализируются транспортно-эксплуатационные параметры дороги (продольные и поперечные уклоны, ширина, ровность, сцепные качества проезжей части, модуль упругости дорожной конструкции и т.д.), производятся испытания сцепления покрытия с колесом автомобиля, производится отбор проб (кернов) из конструктивных слоев дорожных одежд, которые подвергаются механическим воздействиям для определения физико-механических свойств.

Таким образом, экспертиза асфальтового покрытия методом лабораторных испытаний дает наиболее точные результаты и гарантирует получение достоверных сведений о его качестве. Срок службы асфальтового покрытия в значительной степени определяется качеством используемых материалов, техникой укладки, условиями эксплуатации, а также своевременным ремонтом. От этих факторов зависит прочность, устойчивость к внешним воздействиям и долговечность покрытия.

Список источников

1. Экспертиза дорожного покрытия // ТехСтройЭкспертиза : [сайт]. URL: https://asphalto.ru/obsledovanie-dorozhnogo-pokrytija (дата обращения: 12.10.2025).

2. Асфальт и асфальтобетон: В чем реальная разница? // Десна : [сайт]. URL: https://td-desna.com/blog/asfalt-i-asfaltobeton-v-chem-realnaya-raznicza (дата обращения: 12.10.2025).

3. Срок службы асфальтовых покрытий // Десна : [сайт]. URL: https://blagoystroystvo.ru/blog/chto-vliyaet-na-srok-sluzhby-asfalta-i-kak-ego-prodlit (дата обращения: 12.10.2025).

4. Причины образования различных деформаций дорожного покрытия // ЦЕИИС : [сайт]. URL: https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/7577271.html (дата обращения: 12.10.2025).

Научная статья
УДК 625.7/.8.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ксения Андреевна Асташова[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kseniaastashova04@gmail.com
[2] chsa22@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены технологии контроля дорог для безопасности и долговечности: мобильные лаборатории для оценки освещенности покрытия и данные дистанционного зондирования Земли для прогнозирования геокриологических рисков, интеграция методов, обеспечивающая упреждающее управление дорогами.

Ключевые слова: автомобильная дорога, безопасность дорожного движения, дистанционное зондирование

Для цитирования: Асташова К. А., Чудинов С. А. Современные средства мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 839−842.

Original article

MODERN MONITORING INSTRUMENTS FOR THE TRANSPORT AND OPERATIONAL CONDITION OF HIGHWAYS

Ksenia A. Astashova[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kseniaastashova04@gmail.com
[2] chsa22@mail.ru

Abstract. The article discusses road monitoring technologies for safety and durability: mobile laboratories for assessing pavement illumination and Earth remote sensing data for predicting geocryological risks. The integration of these methods provides proactive road management.

© Асташова К. А., Чудинов С. А., 2026

Keywords: highway, road safety, remote sensing
For citation: Astashova K. A., Chudinov S. A. (2026) Sovremenny`e sredstva monitoringa transportno-e`kspluatacionnogo sostoyaniya avtomobil`ny`x dorog [Modern monitoring instruments for the transport and operational condition of highways]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 839–842. (In Russ).

Современные дороги – это сложные инженерные объекты, требующие постоянного контроля. Изменения климата и растущие транспортные нагрузки вынуждают искать новые подходы к их обслуживанию. На смену устаревшим методам приходят высокотехнологичные решения, которые не просто фиксируют проблемы, но и предупреждают их возникновение.

Качество освещения – важный аспект безопасности. Согласно новым стандартам, используются мобильные лаборатории для оценки освещенности дорожного покрытия (рисунок). Эти комплексы, установленные на обычные автомобили, позволяют проводить замеры без остановки движения [1].



Дорожная лаборатория

По краям транспортного средства устанавливаются специальные датчики – фотометрические головки. Передние фиксируют свет от фонарей впереди, задние – от фонарей позади. Попеременно оказываясь над одной и той же точкой дороги, датчики создают полную картину освещенности. Все данные (уровень света, скорость машины, пройденный путь) записываются в бортовой компьютер. Специальная программа анализирует информацию и выделяет участки, где освещение не соответствует нормативам, что позволяет точечно планировать ремонтные работы, экономя время и ресурсы (таблица).

Процесс измерения освещенности дорог мобильной лабораторией

Этап	Что представляет собой	Функция и принцип действия
Измерительный комплекс	Мобильная лаборатория на базе обычного автомобиля	Позволяет проводить замеры в движении без остановки транспортного потока и нарушения дорожного движения
Датчики (фотометрические головки)	Специальные sensors, установленные по краям (передним и задним) транспортного средства	**Передние датчики:** фиксируют свет от фонарей, расположенных впереди автомобиля **Задние датчики:** фиксируют свет от фонарей позади. Попеременно оказываясь над одной точкой дороги, они собирают полные данные об освещенности
Сопутствующие данные	Системы GPS и датчики скорости автомобиля	Фиксируют и привязывают к каждому замеру освещенности точные координаты, скорость машины и пройденный путь
Бортовой компьютер и ПО	Специализированное программное обеспечение, установленное на компьютере внутри автомобиля	В реальном времени записывает все поступающие данные (уровень света, скорость, координаты). Анализирует информацию, сравнивая фактические показатели освещенности с нормативными

Дороги в зоне вечной мерзлоты особенно сложны. Изменение климата активизирует опасные процессы – просадки, трещины, пучение грунта. Для предупреждения повреждений используется мониторинг с применением данных дистанционного зондирования.

Система мониторинга многоуровневая: на региональном уровне анализируются общие тенденции изменения климата и геологической обстановки; на уровне конкретной трассы выявляются наиболее рискованные участки; для проблемных зон организуется локальный мониторинг с установкой стационарных постов наблюдения. Такой подход позволяет не только фиксировать уже появившиеся трещины и деформации, но и прогнозировать опасные процессы. Специалисты могут заранее определить участки с высокой вероятностью повреждений и принять профилактические меры.

Сегодня особенно важна интеграция различных систем мониторинга. Данные с мобильных лабораторий дополняются спутниковой съемкой и показаниями стационарных датчиков. Это создает единую цифровую среду для управления дорожным хозяйством. Например, выявив участок с недостаточной освещенностью, система может автоматически сопоставить его с данными о деформациях покрытия и спрогнозировать развитие повреждений [2].

Такое комплексное использование технологий позволяет не только оперативно реагировать на проблемы, но и строить предиктивные модели. Это особенно важно в условиях ограниченного финансирования, когда необходимо оптимально распределять ресурсы на содержание дорог.

Список источников

1. Чудинов С. А. Повышение качества транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог в зимний период // Логистические системы в глобальной экономике. 2020. № 10. С. 329–332. EDN RNCTQD.

2. Байц О. Н., Чудинов С. А. Оценка состояния транспортной инфраструктуры Свердловской области по целевым показателям // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ. 2023. С. 611–616. EDN BCOXGB.

Научная статья
УДК 528.88

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В КРИОЛИТОЗОНЕ

Екатерина Леонидовна Байрол[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] katya.bayrol.05@mail.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматривается применение дистанционного зондирования земли для мониторинга и эксплуатации дорог в криолитозоне. Описаны методы анализа состояния грунта и дорожного полотна, позволяющие своевременно выявлять и предотвращать повреждения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование земли, криолитозона, безопасность дорожного движения, автомобильная дорога

Для цитирования: Байрол Е. Л., Чудинов С. А. Особенности применение дистанционного зондирования автомобильных дорог в криолитозоне // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 843−845.

Original article

APPLICATION FEATURES OF REMOTE SENSING OF HIGHWAYS IN THE CRYOLITHOZONE

Ekaterina L. Bayrol[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] katya.bayrol.05@mail.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the application of remote sensing for monitoring and operation of roads in the cryolithozone. Methods of analysis of the condition of the soil and roadway are described, allowing for timely detection and prevention of damage.

© Байрол Е. Л., Чудинов С. А., 2026

Keywords: remote sensing, cryolithozone, road safety, highway
For citation: Bayrol E. L., Chudinov S. A. (2026) Osobennosti primenenie distancionnogo zondirovaniya avtomobil`ny`x dorog v kriolitozone [Application features of remote sensing of highways in the cryolitozone]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 843–845. (In Russ).

Криолитозона (рисунок) представляет собой регионы с вечномерзлыми грунтами. В таких зонах традиционные методы наблюдения и контроля состояния дорог часто затруднены из-за сложных климатических и геологических условий [1].



Дорога в криолитозоне

Для решения инженерных задач в криолитозоне применяется дистанционное зондирование, позволяющее работать на нескольких уровнях:

1. Региональный уровень – дорожно-климатическое районирование с мелкомасштабным геокриологическим прогнозом изменений, выявление актуальных тенденций и неблагоприятных процессов, связанных с климатическими зонами.

2. Уровень автодороги – сравнительный анализ ландшафтно-геокриологических условий и выявление зон активных криогенных процессов с целью предварительной диагностики деформаций и размещения автоматизированных постов мониторинга.

3. Уровень участка – анализ очагов криогенных процессов с учетом временной изменчивости для определения точного положения постов геотехнического мониторинга.

4. Уровень автоматизированного поста – детальный анализ площадки и прилегающей территории, оценка динамики криогенных процессов с использованием данных дистанционного зондирования и наземных исследований, уточнение диагноза ведущего процесса для организации наблюдений и прогнозирования.

Использование данных дистанционного зондирования позволяет быстро и с минимальными ресурсами провести экспресс-анализ геокриологических рисков на больших территориях для выявления участков с повышенной опасностью и организации целенаправленного контроля [2].

Данные дистанционного зондирования обеспечивают оперативный локальный мониторинг состояния автодорог.

Мониторинг природной среды – единственная и сложная система, включающая множество компонентов, но необходимая для достоверной оценки, прогноза и разработки профилактических мер.

Ключевым этапом создания мониторинговой сети и прогноза устойчивости автодорог является районирование территории, основанное на климатических условиях и мерзлоте в северных регионах.

Создание постов для мониторинга мерзлотно-климатических условий дает возможность определить:

– изменения в снегонакоплении;

– колебания температуры и влажности грунтов;

– особенности развития температуры воздуха;

– сезонные изменения мерзлотно-грунтовых характеристик.

Затем разрабатывается адекватное мерзлотно-климатическое районирование дорог, позволяющее оптимально размещать мониторинговые посты и обосновывать подбор решений при проектировании и реконструкции.

Для обеспечения долговечности и безопасности автодорог в условиях криолитозоны необходимо комплексное применение дистанционного зондирования и наземного мониторинга, что позволяет прогнозировать и минимизировать негативные последствия климатических изменений и криогенных процессов.

Список источников

1. Чудинов С. А. Адаптационные технологии в строительстве лесовозных дорог в условиях изменения климата // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2010. № 2. С. 76–81. EDN MVNQDT.

2. Чудинов С. А. Проектирование и строительство автомобильных дорог в сложных природных условиях. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 96 с. EDN RDTSVN.

Научная статья
УДК 625.855.3

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЕВ ПОВЫШЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

Бахтовар Баходурович Баходуров[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] bahodurovbaha1@list.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Асфальтобетонное покрытие повышенной толщины (более 8 см) применяется для достижения повышенной прочности и долговечности в тяжелых условиях эксплуатации автомобильных дорог. В статье рассмотрены особенности технологии устройства указанных слоев асфальтобетонных покрытий.

Ключевые слова: асфальтобетон, покрытие, дорога, уплотнение

Для цитирования: Баходуров Б. Б., Чудинов С. А. Особенности технологии устройства асфальтобетонных слоев повышенной толщины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 846−849.

Original article

FEATURES OF THE HIGH-THICKNESS ASPHALT CONCRETE LAYER TECHNOLOGY

Bakhtovar B. Bakhodurov[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] bahodurovbaha1@list.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The high-thickness asphalt concrete pavements (over 8 cm) are used to achieve increased strength and durability under severe road operating conditions. This article discusses the features of the technology used to construct specified layers of asphalt concrete pavements.

***Keywords*:** asphalt concrete, pavement, road, compaction

© Баходуров Б. Б., Чудинов С. А., 2026

***For citation*:** Bakhodurov B. B., Chudinov S. A. (2026) Osobennosti texnologii ustrojstva asfal`tobetonny`x sloev povy`shennoj tolshhiny` [Features of the high-thickness asphalt concrete layer technology]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 846–849. (In Russ).

Тяжелые эксплуатационные условия автомобильных дорог высоких технических категорий требуют устройства массивных конструкций дорожных одежд, обеспечивающих заданную надежность и длительный срок службы. Однако устройство асфальтобетонных слоев повышенной толщины требует обеспечение особого технологического регламента и режимов [1].

Укладка толстого слоя требует идеально равномерного распределения смеси. Нельзя допускать ни «голодания» шнеков, ни избытка материала в отдельных зонах. При большой толщине малейший перекос превращается в значительный дефект после уплотнения. Сегрегация также представляет серьезную опасность: крупнозернистая фракция способна уходить вниз, а мелкая – подниматься вверх. В результате структура покрытия становится неоднородной, что сокращает срок службы и провоцирует появление сетки трещин либо колейности. Чтобы этого избежать, смесь должна подаваться укладчику стабильно, без «скачков» по объему, а работа шнеков – визуально и автоматически контролироваться.

Уплотнение толстых слоев представляет собой наиболее ответственный и технологически сложный этап. Вибрационные катки эффективно работают только на толщину примерно до 8 см (рисунок).



Укладка асфальтобетона на толщину более 8 см

При большей толщине нижняя часть слоя рискует остаться недоуплотненной, что приведет к образованию пустот и снижению несущей способности покрытия. Чтобы компенсировать это, применяют катки повышенной массы, увеличенную амплитуду вибрации, а также строго выдерживают последовательность проходов. На первых этапах используют вибрацию, пока смесь сохраняет пластичность. Затем переходят к статическим проходам, чтобы убрать следы вибрационной работы и довести поверхность до необходимой ровности. Очень важно не допустить переуплотнения верхнего слоя, иначе возможен всплыв битума, что снижает сцепление между зернами и делает покрытие более уязвимым к образованию колеи [2].

Критически важно выдерживать температурное окно уплотнения. Если уплотнение начинается слишком поздно, верхняя часть уже начинает схватываться, а нижняя остается горячей. В таком случае формируется дефектный слой с внутренними неоднородностями. В дальнейшем под воздействием транспортных нагрузок такой участок начинает разрушаться ускоренными темпами. Именно поэтому логистика доставки смеси и слаженность работы всей дорожной техники – обязательное условие для получения качественного толстого слоя.

Одной из частых проблем является появление волнистости или неровностей, что связано с неправильной настройкой укладчика, отсутствием автоматических систем нивелирования или ошибками в работе катков. При укладке толстых слоев поверхность имеет высокий риск повторять микропрофиль основания, поэтому важно заранее обеспечить точный контроль высотных отметок [3].

Еще одна проблема – недоуплотнение у кромок, которое возникает при неправильной работе с захватками. Здесь важно использовать ручные трамбовки, краевые катки или специальные методы уплотнения, чтобы края слоя не стали слабым местом дороги. Для формирования надежного асфальтобетонного покрытия толщиной свыше 8 см, необходим комплексный технологический подход. Его основа – грамотный выбор состава смеси, строгое соблюдение поэтапной процедуры укладки, задействование специального оборудования. Такие массивные слои критичны к соблюдению температурного интервала асфальта, скорости укладки и тщательности последующего уплотнения [4].

Нарушение любого из этих условий приводит к появлению скрытых дефектов, недобору проектной плотности, уменьшению эксплуатационного ресурса покрытия. Достижение требуемых показателей обеспечивается за счет четкого следования технологическому регламенту, применения эффективных схем работы катков, постоянного мониторинга характеристик смеси, своевременного устранения возникающих отклонений. Только такой метод позволяет получить однородный по структуре слой, обладающий высокой несущей способностью, длительным сроком службы в условиях интенсивных нагрузок и переменчивых погодных условий.

Список литературы

1. Верхоляк, А. О., Чудинов С. А. Технология проектирования асфальтобетонной смеси по методике Superpave // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 622–625. EDN CFODSO

2. Порин В. О., Чудинов С. А. Особенности производства, устройства и преимущества дренирующих асфальтобетонов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 674–677. EDN DBKWLX

3. Маринских Д. М., Чудинов С. А. К вопросу оценки качества работ по устройству асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. С. 430–433. EDN FZZCUM

4. Чудинов С. А., Кочеткова А. В. Применение асфальтогранулята в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. С. 180–182. EDN CTAQZX

Научная статья
УДК 624.05:624.21/.8

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ И РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Юрий Сергеевич Бачинин[1], Никита Владимирович Донцов[2], Дмитрий Валентинович Демидов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] bachinin.yuriy@bk.ru
[2] nikita.doncov02@mail.ru
[3] demidovdv@m.usfeu.ru

Аннотация. Показаны место календарного планирования на этапах жизненного цикла мостового сооружения, влияние технологических, климатических и организационных факторов на продолжительность строительного сезона при выполнении строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ.

Ключевые слова: календарное планирование, мостовое сооружение, ремонтно-строительные работы, строительный сезон, строительно-монтажные работы

Для цитирования: Бачинин Ю. С., Донцов Н. В., Демидов Д. В. Календарное планирование при производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ для автодорожных мостовых сооружений // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 850−855.

© Бачинин Ю. С., Донцов Н. В., Демидов Д. В., 2026

Original article

CALENDAR PLANNING IN THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION, REPAIR AND CONSTRUCTION WORKS FOR ROAD BRIDGEWORK

Yuri S. Bachinin[1], Nikita V. Dontsov[2], Dmitry V. Demidov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] bachinin.yuriy@bk.ru
[2] nikita.doncov02@mail.ru
[3] demidovdv@m.usfeu.ru

Abstract. The article shows the place of calendar planning at the stages of the life cycle of a bridgework, the influence of technological, climatic and organizational factors on the duration of the construction season during construction and installation and repair and construction work.

Keywords: calendar planning, bridgework, repair and construction work, construction season, construction and installation work

For citation: Bachinin Yu. S., Dontsov N. V., Demidov D. V. (2026) Kalendarnoe planirovanie pri proizvodstve stroitel`no-montazhny`x i remontno-stroitel`ny`x rabot dlya avtodorozhny`x mostovy`x sooruzhenij [Calendar planning in the production of construction and installation, repair and construction works for road bridgework]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 850–855. (In Russ).

Календарное планирование является фундаментальным элементом организации строительства и ремонта любых инженерных сооружений, однако для мостов оно приобретает ряд специфических черт, обусловленных различием условий строительства, сложностью технологических процессов и требованиями к безопасности и долговечности.

Календарное планирование работ первоначально предусматривается на этапе проектирования объекта (в составе «Проекта организации строительства» проектно-сметной документации), затем корректируется на этапе производства работ (в составе «Проекта производства работ») [1].

Проект производства работ содержит технологические карты на выполнение основных процессов. Для мостового строительства ключевыми работами являются устройство опор и пролетных строений.

Работы по устройству опор (буронабивные сваи, опускные колодцы или монолитные ростверки), в значительной степени зависят от температуры окружающей среды и состояния грунтов. Бетонирование массивных

конструкций опор требует контроля термонапряжений и организации специального температурного режима выдерживания бетона, что в условиях отрицательных температур существенно усложняется и удорожается [2].

Монтаж пролетных строений (сборный или монолитный железобетон, стальные конструкции), также критически чувствителен к температурным деформациям. Например, монтаж стальных конструкций требует точной подгонки элементов, которая может быть нарушена из-за теплового расширения или сжатия, а бетонирование монолитной плиты проезжей части при отрицательных температурах без применения специальных мер приводит к недопустимому снижению прочности и морозостойкости бетона [3, 4].

Разработка календарного плана для мостовых сооружений – это не просто распределение задач во времени, а сложный процесс оптимизации, учитывающий взаимовлияние множества факторов, среди которых доминирующую роль играет продолжительность строительного сезона, обусловленная природно-климатическими условиями, среди которых необходимо отметить температуру окружающего воздуха.

Понятие температурного строительного сезона является центральным при формировании календарного графика для мостовых сооружений в большинстве регионов России. Температурный сезон условно делится на два периода: благоприятный (теплый) и неблагоприятный (холодный).

Границы периодов определяются климатическими характеристиками района строительства и устанавливаются на основе многолетних метеонаблюдений. Работа в неблагоприятный период требует применения дополнительных мероприятий, что приводит к увеличению сметной стоимости объекта.

Рациональность календарного планирования – максимизация объемов работ, выполняемых в теплый период. В результате исследований «СоюздорНИИ» (Е. Ф. Левицкий, Л. А. Преферансова) были разработаны таблицы календарной продолжительности летнего строительного сезона по отдельным видам дорожно-строительных работ (таблица).

Отметим, что для каждого вида работ приняты обоснованные допущения. Так, для производства земляных работ за начало работ принята средняя дата оттаивания грунтов. Для устройства искусственных сооружений дата окончания работ принята с условием, чтобы закончить работы по устройству подходов к искусственным сооружениям (земляные работы).

Однако в условиях сжатых сроков строительства или при выполнении ремонтно-строительных работ на эксплуатируемых мостах, где невозможно полностью остановить движение, работы в холодный период неизбежны. В этом случае календарный план должен быть скорректирован с учетом зимних технологий. К ним относятся метод термоса с применением химических добавок-ускорителей твердения и противоморозных добавок, различные методы электропрогрева (греющими проводами, электродами, инфракрасными излучателями), а также метод предварительного разогрева бетонной смеси и устройства утепленной опалубки. Монтаж металлоконструкций в зимний период требует учета температурных зазоров в монтажных стыках [2].

Календарная продолжительность летнего строительного сезона
по отдельным видам дорожно-строительных работ [5]

Область	Возведение земляного полотна и устройство дорожных оснований				Строительство линейных искусственных сооружений (малые и средние мосты)				Устройство асфальтобетонных покрытий			
	Начало и конец сезона	Календарная продолжительность сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Количество календарных дней в сезоне	Начало и конец сезона	Календарная продолжительность сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Количество календарных дней в сезоне	Начало и конец сезона	Календарная продолжительность сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Количество календарных дней в сезоне
Уральский экономический район												
II дорожно-климатическая зона, северная подзона												
Пермский край	07/V – 07/X	154	13	141	07/V – 20/X	167	14	153	07/V – 09/IX	126	19	107
Свердловская область	12/V – 03/X	145	17	128	12/V – 18/X	160	17	143	12/V – 12/IX	124	17	107
III дорожно-климатическая зона												
Оренбургская область	20/IV – 23/X	187	6	181	20/IV – 31/X	195	6	189	20/IV – 21/X	155	11	144
Челябинская область	01/V – 10/X	163	7	156	01/V – 21/X	174	7	167	01/V – 11/IX	134	18	116
Курганская область	03/V – 10/X	161	4	157	03/V – 20/X	171	6	165	03/V – 16/IX	137	12	125
Западно-Сибирский экономический район												
II дорожно-климатическая зона, северная подзона												
Тюменская область (северные районы)	12/V – 03/X	145	17	128	12/V – 18/X	160	17	143	12/V – 12/IX	124	17	107
Ханты-Мансийский автономный округ – Южная часть	22/V – 30/IX	132	18	114	22/V – 13/X	145	19	126	22/V – 06/IX	108	15	93
Ханты-Мансийский автономный округ – Северная часть	01/VI – 25/IX	117	14	103	01/VI – 08/X	130	14	116	01/VI – 31/VIII	92	11	81
III дорожно-климатическая зона												
Тюменская область (южная часть)	05/V – 07/X	156	3	153	05/V – 19/X	168	4	164	05/V – 14/IX	133	12	121

Примечание. 1. Наименования районов приняты по Карте экономических районов России.
2. Месяцы года показаны римскими цифрами

При ремонтно-строительных работах (усиление элементов пролетного строения, замена деформационных швов, ремонт опор, гидроизоляции плиты проезжей части) температурный фактор так же играет важную роль.

Большинство современных гидроизоляционных и герметизирующих материалов, например, мастики на битумной основе или полиуретановые

герметики для деформационных швов, имеют строго определенный температурный диапазон для нанесения.

Как правило, это температура основания и воздуха не ниже +5 °С. Попытка проведения этих работ при отрицательных температурах приводит к недостаточному сцеплению материалов с основанием, нарушению их эластичности и, как следствие, к быстрому выходу из строя. Поэтому в календарном плане ремонтных работ все мероприятия, связанные с применением таких материалов, должны быть жестко привязаны к теплому периоду года.

Устройство и ремонт опор, часто связанный с работой в воде или в зоне переменного уровня, также предпочтительнее вести в период низкой воды, который обычно совпадает с летне-осенним сезоном. Кроме того, такие работы проводят при отсутствии нереста рыб.

Разработка календарного плана для мостового сооружения – многокритериальная оптимизационная задача. С одной стороны, необходимо минимизировать стоимость производства работ, сконцентрировав максимальный объем работ в теплый период; с другой, – обеспечить соблюдение директивных сроков ввода объекта в эксплуатацию, что часто требует проведения работ в зимний период; с третьей, – гарантировать приемлемое качество работ и безопасность труда вне зависимости от времени года.

Обеспечить выполнение всех указанных требований можно только при условии технико-экономического сравнения различных вариантов организации строительства, глубокого знания применяемых технологий и точного прогнозирования климатических условий. Системный подход к планированию, основанный на глубоком анализе технологических, климатических и экономических аспектов, является залогом своевременного, качественного и безопасного возведения и ремонта мостовых сооружений, обеспечивающих их надежность и долговечность.

Список источников

1. СП 48.13330.2019. Организация строительства : Свод правил (Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004) / Введен 2020–06–25. М. : Минстрой России, 2020. IV, 62 с.

2. Молодин В. В., Лунев Ю. В. Бетонирование монолитных строительных конструкций в зимних условиях. Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2006. 300 с.

3. СП 46.13330.2012. Мосты и трубы [Электронный ресурс] : Свод правил, актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 / Введен 2013–01–01. URL : https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293793/4293793640.htm#i57417 (дата обращения: 11.09.2025).

4. Сборник карт операционного контроля качества строительства мостов (Геодезические работы, сооружение фундаментов и опор мостов, монтаж железобетонных пролетов строений, сооружение проезжей части) /

Всесоюзный проектно-технологический институт транспортного строительства. М. : ВПТИтрансстрой, 1980. 94 с.

5. Левицкий Е. Ф., Преферансова Л. А. Календарная продолжительность летнего строительного сезона по отдельным видам дорожно-строительных работ. М. : Автотрансиздат, 1958. 39 с.

Научная статья
УДК 625.731.3

ВЛИЯНИЕ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Виктория Васильевна Бизина[1], Марина Викторовна Савсюк[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] Viktoria_lutik@mail.ru
[2] savsyukmv@m.usfeu.ru

Аннотация. Состояние автомобильных дорог является очень важным фактором экономического развития регионов и страны в целом. В статье рассматривается одна из наиболее острых проблем дорожного хозяйства в России – деформации дорожного полотна, вызванные морозным пучением грунтов.

Ключевые слова: морозное пучение, автомобильные дороги, глубина промерзания, капиллярность, дорожная одежда

Для цитирования: Бизина В. В., Савсюк М. В. Влияние морозного пучения на эксплуатацию автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 856–859.

Original article

INFLUENCE OF FROST HEAVING ON HIGHWAYS OPERATION

Viktoria V. Bizina[1], Marina V. Savsyuk [2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] Viktoria_lutik@mail.ru
[2] savsyukmv@m.usfeu.ru

Abstract. The condition of highways is a very important factor in the economic development of regions and the country as a whole. The article discusses one of the most pressing problems in the road sector in Russia: the deformation of road surfaces caused by frost heaving of soils.

Keywords: frost heaving, highways, freezing depth, capillarity, road clothes

© Бизина В. В., Савсюк М. В., 2026

For citation: Bizina V. V., Savsyuk M. V. (2026) Vliyanie moroznogo pucheniya na e`kspluataciyu avtomobil`ny`x dorog [Influence of frost heaving on highways operation]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026.P. 856–859. (In Russ).

Автомобильные дороги считаются показателем качества развития страны. Исследования показывают, что регионы, в которых лучше развита транспортная сеть, имеют финансовую стабильность, так как дороги выступают ключевым фактором в эффективной логистике грузов, сообщении между населенными пунктами, туристическом бизнесе и во многом другом. В связи с этим, надлежащее содержание автомобильных дорог – это залог финансового благополучия страны [1].

В процессе эксплуатации автомобильных дорог в земляном полотне и дорожной одежде возникают деформации. Их постепенное накопление приводит к разрушениям. Причем при деформации земляного полотна «страдает» и дорожная одежда. К причинам возникновения таких дефектов относят различные факторы, например, природно-климатические условия, воздействие автомобильных нагрузок, физико-механические характеристики элементов дороги и т. п.

В связи с широким распространением пучинистых грунтов на территории Российской Федерации, одной из наиболее типичных деформаций земляного полотна является образование пучин. Их формирование происходит в связи с интенсивным накоплением влаги и промерзанием верхних слоев насыпи.

Процесс морозного пучения, вследствие кристаллизации воды в грунте, приводит к неравномерным деформациям в дорожной конструкции дороги. Это, в свою очередь, инициирует образование локальных пучинистых бугров (рис. 1) и сетки трещин асфальтобетонного покрытия (рис. 2).



Рис. 1. Разрушенные бугры пучины



Рис. 2. Сетка трещин асфальтобетонного покрытия

Образование морозного пучения происходит при одновременном наличии трех условий:

– активный процесс криогенного влагонакопления, в ходе которого достигается предельная влажность грунта в верхних слоях земляного полотна, соответствующая значению

$$W_{max} \geq 0{,}75\ W_т,$$

где $W_т$ – влажность грунта на границе текучести;

– глубина промерзания грунта под конструкцией дорожной одежды не менее $h_{пр} \geq 0{,}5$ м;

– присутствие в дорожной одежде грунтов, склонных к пучению (мелкие пылеватые пески и супеси, пылеватые суглинки) [2].

Для избежания разрушения дорожной одежды при первых признаках образования пучин необходимо выполнение мероприятий:

– заранее реализовать комплекс мер для организации отвода талых вод от дорожного полотна, а также обеспечить регулярную отчистку водоотводных канав и обочин от снежных масс;

– на деформированном пучинами участке трассы необходимо исключить нагрузку от механического воздействия колес. Для этого на покрытии следует заблаговременно смонтировать подготовленные деревянные настилы или хворостяные маты, предварительно уложив под ними выравнивающую подушку из песка или шлака. Такая конструкция замедляет оттаивание грунта и распределяет точечную нагрузку на большую площадь;

– для отвода воды, накопившейся под дорожной одеждой в придорожной зоне, через каждые 2–5 м выполняются малые воронки или канавки, через которые осуществляется ее фильтрация.

Для борьбы с морозным пучением грунтов в дорожном строительстве применяют следующий комплекс мер, который условно подразделяется на группы:

1) стабилизация и улучшение свойств грунта:

– улучшение характеристик грунтов путем их стабилизации и укрепления;

– замена пучинистых грунтов;

2) регулирование влажности грунтов земляного полотна:

– создание дренажной системы;

– комплекс работ по организации поверхностного стока и гидроизоляции обочин;

– повышение проектной отметки насыпи;

– устройство противокапилярных слоев в основании насыпи;

3) комплекс мер по термостабилизации земляного полотна:

– включение теплоизоляционных элементов в конструктивные слои дорожного покрытия или верхней части насыпи;

– химическая мелиорация грунтов введением солевых реагентов для понижения точки замерзания грунтовых вод;

– устройство морозозащитных слоев [3].

Морозное пучение представляет собой широко распространенный геотехнический процесс в регионах с сезонным промерзанием грунтов. Отсутствие мер по его снижению на этапах проектирования и строительства дорожных конструкций ведет к деформациям конструктивных слоев, снижению несущей способности и разрушению дорожного покрытия автомобильных дорог.

Список источников

1. Черепанов Б. М., Коротких С. Г. Влияние сил морозного пучения на эксплуатацию автомобильных дорог // Ползуновский вестник. 2007. № 1–2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sil-moroznogo-pucheniya-na-ekspluatatsiyu-avtomobilnyh-dorog (дата обращения: 02.03.2026).

2. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. Т. 1. Изд. 3-е, стер. М. : Издательский центр «Академия», 2013. 320 с.

3. Ерохин А. В. Причины пучинообразования на автомобильных дорогах // Молодой ученый. 2021. № 1 (343). С. 18–20. URL: https://moluch.ru/archive/343/77229 (дата обращения: 30.11.2025).

Научная статья
УДК 625.731

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ

Дмитрий Вадимович Васильев[1], Альберт Масугутович Бургонутдинов[2]
[1, 2] Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Пермь, Россия
[1] uasya-1993@mail.ru
[2] burgonutdinov.albert@yandex.ru

Аннотация. Анализируются основные способы контроля качества уплотнения грунтов, связанные с развитием технологии строительства лесовозных автомобильных дорог, в ходе которого, непрерывно увеличиваются объемы земляных работ, совершенствуются устройства оснований, подготовок и покрытий.

Ключевые слова: технология строительства лесовозных автомобильных дорог

Для цитирования: Васильев Д. В., Бургонутдинов А. М. Анализ основных способов контроля качества уплотнения грунтов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 860−864.

Original article

ANALYSIS OF THE MAIN METHODS OF SOIL COMPACTION QUALITY CONTROL

Dmitry V. Vasiliev[1], Albert M. Burgonutdinov[2]
[1, 2] Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation, Perm, Russia
[1] uasya-1993@mail.ru
[2] burgonutdinov.albert@yandex.ru

Abstract. The article examines the analysis of the main methods of soil compaction quality control related to the development of technology for the construction of logging roads, during which the volume of excavation work, as well

© Васильев Д. В., Бургонутдинов А. М., 2026

as work on the installation of foundations, preparations and coatings, is continuously increasing.

Keywords technology of construction of logging roads

For citation: Vasiliev D. V. Burgonutdinov A. M. (2026) Analiz osnovny`x sposobov kontrolya kachestva uplotneniya gruntov [Analysis of the main methods of soil compaction quality control]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 860–864. (In Russ).

Механизированное уплотнение грунтов и различных материалов проводят тремя основными способами: укаткой, вибрированием и комбинированным. Выбор того или иного способа уплотнения зависит от конструкции сооружения, цели уплотнения, вида и состояния уплотняемого материала, формы и размеров уплотняемого массива, принятого метода укладки материала и других конкретных условий. Поэтому нельзя отдавать предпочтение какому-либо способу уплотнения без учета этих условий.

Научные исследования, проведенные рядом научно-исследовательских организаций, а также накопленный опыт строительства как у нас, так и за рубежом позволили в зависимости от различных условий определять эффективность применения того или иного способа уплотнения.

Если в грунт включены крупные фракции, содержащие гравелистые частицы, щебень, мерзлые комья, а также при возведении насыпей из каменных материалов, то плотность грунта определяется методом лунок, которые засыпаются сухим песком. Согласно инструкции по определению требуемой плотности и контролю за уплотнением земляного полотна лесовозных автомобильных дорог, песок для засыпки должен иметь фракции, проходящие через сито с отверстиями 2 мм и не содержать пылеватых и глинистых частиц. Кроме того, песок должен быть промыт и высушен.

Для отбора проб методом лунок на уплотненном слое выравнивают небольшую площадку и выкапывают лунку объемом примерно 3–5 л. Грунт из лунки тщательно собирают и взвешивают на 20-килограммовых весах с точностью до 5 г. Объем лунки определяют следующим образом: над лункой устанавливают двойную жестяную воронку с диаметром 25 см (рис. 1). В лунку и нижнюю воронку через верхнюю воронку насыпают сухой песок. Объем засыпанного песка измеряют мерными стеклянными цилиндрами емкостью 0,1–10 л с точностью до 5 см^3. Вычитая из общего объема песка его объем, находящийся в воронке, получают объем песка в лунке, то есть объем лунки. Разделив вес грунта, извлеченного из лунки, на его объем, определяют объемный вес влажного грунта.

Такой способ определения плотности очень трудоемок и требует значительного расхода чистого песка.

По последним зарубежным данным* в Германии в качестве удобного прибора, позволяющего определять плотность грунта методом лунок, предложен прибор представленный на рис. 2. В этом приборе песок заменен водой, заполняющей лунку в эластичном мешочке.

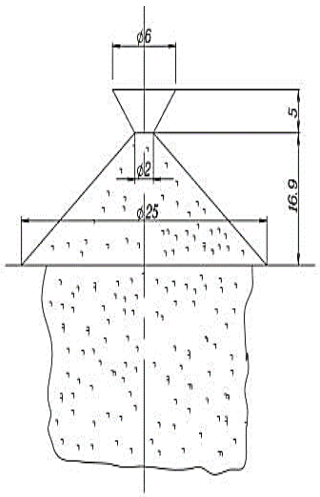


Рис. 1. Установка воронки над лункой для определения плотности грунта

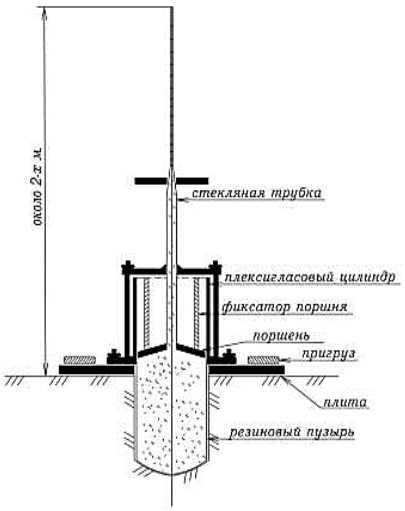


Рис. 2. Прибор для определения плотности грунта методом лунок (Германия)

По сравнению с заполнением лунок песком, метод испытаний с указанным прибором позволяет сократить продолжительность испытаний втрое и дает более точные результаты, поскольку при пользовании песком даже незначительное увеличение его влажности против эталонной приводит к ощутимым искажениям результатов. Однако, несмотря на некоторые достоинства, указанный прибор не устраняет общего недостатка метода контроля плотности взятием отдельных проб. Контроль за качеством уплотнения грунта в насыпях осуществляется отбором проб из расчета одной пробы на каждые 300 м^3 уложенного в насыпь грунта или трех проб на каждые два пикета отсыпаемого слоя насыпи высотой до 3 м (при сосредоточенных работах пробы отбираются через каждые 50 м). Такой выборочный отбор проб и их анализ, безусловно, не может отражать равномерности уплотнения грунта по всей площади уплотняемого участка. Кроме того, немаловажным недостатком контроля плотности методом режущих колец или лунок является и то, что в месте отбора проб нарушается готовое уплотнение основания, на заделку которого требуется дополнительная затрата времени и средств.

* Бургонутдинов А. М., Колобова А. А. Возможность применении нефтезагрязненных грунтов в земляном полотне лесовозной дороги, с разработкой мероприятий по минимизации негативного воздействия полученных материалов на окружающую среду // Теория и практика современной науки. 2022. № 3 (81). URL: https://rus.modern-j.ru/_files/ugd/b06fdc_ded3bc-473209460491ede72af52c6d18.pdf?index=true (дата обращения: 02.03.2026).

В связи с длительностью процесса взятия и исследования проб (5–6 ч) при таком методе контроля плотности невозможно регулировать работу грунтоуплотняющих машин в процессе укатки. В связи с этим появляется необходимость возврата машин для до уплотнения недостаточно уплотненных мест.

В автодорожном строительстве повседневный контроль за отсыпкой грунта и работой уплотняющих машин осуществляют контрольные посты. Посты отбирают пробы грунта для определения достигнутой плотности. Эти определения для всех грунтов, за исключением грунтов, содержащих, гравелистые частицы, в летних условиях проводят при помощи плотномера-влагомера конструкции Ковалева (рис. 3), основанном на принципе гидростатического взвешивания. С помощью этого прибора определяют объемный вес влажного грунта, его плотность, и влажность взятой пробы.

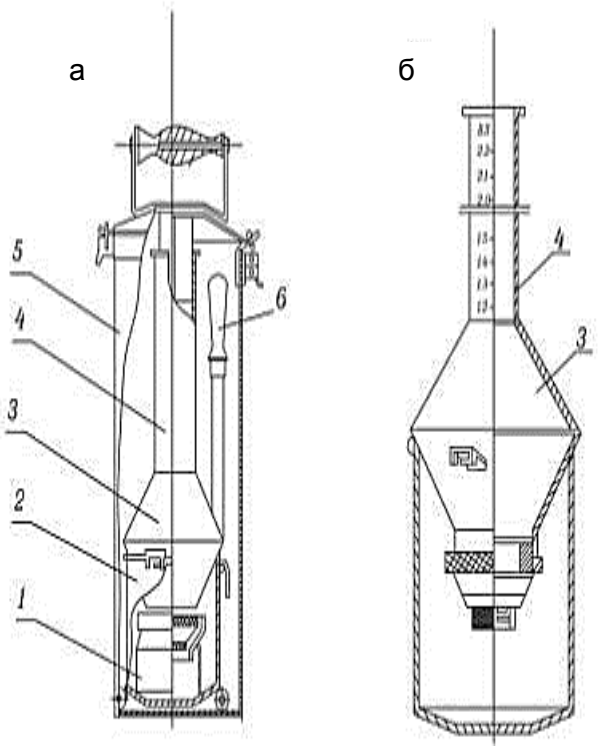


Рис. 3. Прибор Ковалева:
а – общий вид; б – поплавок с сосудом; 1 – грунтоотсос; 2 – латунный сосуд;
3 – латунный попловок; 4 – трубка; 5 – ведро футляр; 6 – нож

Прибором Ковалева исключается длительный процесс определения влажности грунта высушиванием в термостате. Это, безусловно, ускоряет процесс контроля качества уплотнения, но сам процесс отбора проб грунтоносом не исключает недостатков, присущих методу режущих колец, описанных выше. Кроме того, как уже указывалось, этим прибором нельзя работать с грунтами, имеющими гравелистые включения, а также в зимних условиях.

Метод динамического зондирования (пенетрометрирование) заключается в определении сопротивляемости грунта внедрению в него стандартного зонда и таким образом дает не прямую характеристику плотности, а величину осадки зонда, связанную с величиной плотности коррелятивно. Указанная сопротивляемость оценивается количеством ударов стандартного груза, падающего с определенной высоты, необходимых для погружения зонда на глубину 10 см в грунт.

Описанные выше методы контроля качества уплотнения грунтов мало способствуют назревшему требованию автоматизации процесса контроля при укатке, так как они или очень трудоемки и процесс определения плотности занимает значительное время.

Научная статья
УДК 625.71

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Андрей Алексеевич Власов[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] andrey.vlasov.06@bk.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены современные технологии инженерных изысканий и проектирования автомобильных дорог. Основное внимание уделено воздушному и наземному лазерному сканированию, которое обеспечивает высокую точность, скорость и информативность получения данных по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: лазерное сканирование, изыскания, дороги, дистанционное зондирование, цифровая модель местностиы

Для цитирования: Власов А. А., Чудинов С. А. Инновационные технологии геодезических работ при изысканиях и проектировании автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 865−869.

Original article

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF GEODETIC WORKS IN HIGHWAYS SURVEYING AND LAY-OUT

Andrey A. Vlasov[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] andrey.vlasov.06@bk.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The paper discusses modern technologies for engineering surveyings and highways lay-out. The main focus is on airborne and ground-based laser scanning, which provide high accuracy, speed, and information content compared to traditional methods.

© Власов А. А., Чудинов С. А., 2026

Keywords: laser scanning, highways surveying, highways, remote sensing, digital terrain models

For citation: Vlasov A. A., Chudinov S. A. (2026) Innovacionny`e texnologii geodezicheskix rabot pri izy`skaniyax i proektirovanii avtomobil`ny`x dorog [Innovative technologies of geodetic works in highways surveying and layout]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 865–869. (In Russ).

В современном планировании дорожных объектов активно применяют инновационные методики и современные технические средства для проведения необходимых геодезических и инженерных исследований. В числе таких технологий особенно выделяются системы спутниковой навигации и лазерное сканирование, которые позволяют значительно ускорить и повысить качество сбора данных. Традиционные нормативы и стандарты, регулирующие эти процессы, постепенно дополняются и заменяются новыми подходами, использующими передовые достижения науки и техники [1].

Современные техники сбора геодезической информации все чаще используют удаленное зондирование, основанное на применении лазерных лучей. Эта технология позволяет получать трехмерные цифровые модели объектов без необходимости физического контакта с ними, путем направления лазерных лучей и фиксирования отраженного сигнала.

Существуют следующие типы технологических комплексов выполнения дистанционного зондированию поверхности местности:

– воздушное лазерное зондирования (локация);

– наземное лазерное зондирование (локация).

На иллюстрации (рис. 1) показаны снимки одного и того же участка дорожной трассы, выполненные различными методами: аэрофотосъемкой, тахеометрической полосовой съемкой и лазерным сканированием. Эти примеры показывают, что по сравнению с традиционными методами ручного измерения использование лазерного сканирования позволяет получать более плотное облако точек и охватывать широкий участок территории. Такой подход значительно повышает точность создания цифровых моделей рельефа, особенно в условиях густой растительности [2].

Практический опыт применения наземного лазерного сканирования был успешно наработан инженерами из организации «ГИПРОДОРНИИ». В качестве наглядного примера можно привести выполнение изысканий и проектных работ для моста через реку Тромъеган. Этот объект находится на трассе, соединяющей города Сургут и Когалым и границу Ханты-Мансийского автономного округа в диапазоне с 125-го по 175-й километраж. В указанном случае для выполнения съемочных работ применялась именно эта технология, что подтверждается иллюстрацией (рис. 2).

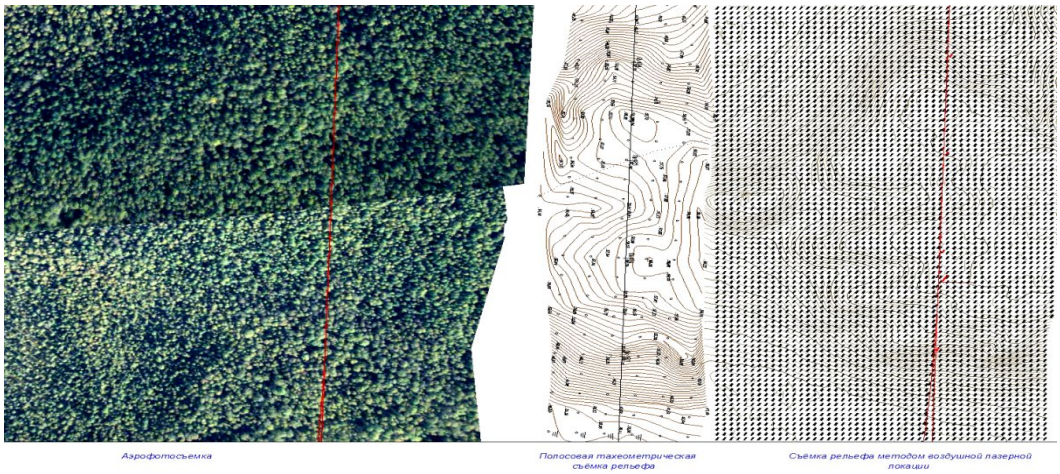


Рис. 1. Цифровая обработка результатов аэрофотосъемки местности

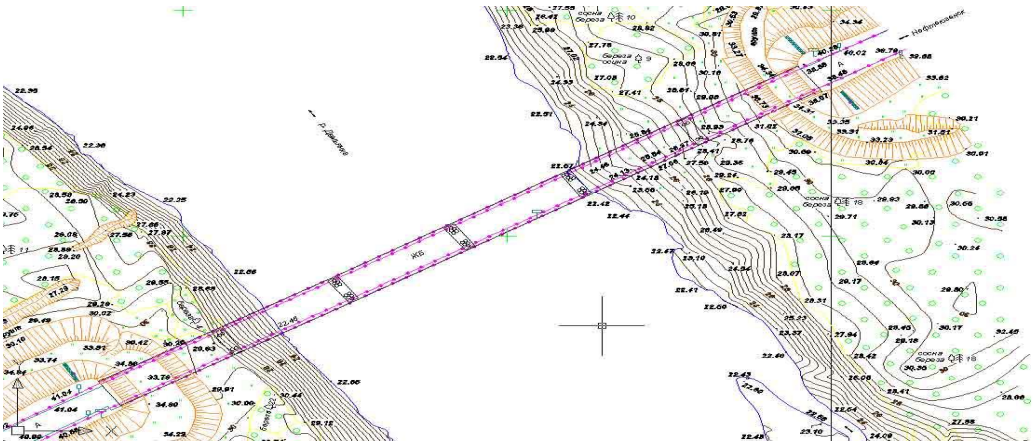


Рис. 2. Фрагмент модели моста через реку Тромъеган,
построенной на основе данных НЛЛ

Длина объекта, подлежащего реконструкции, составляла примерно 220 м. Использование наземного лазерного сканирования на этапе съемки обеспечило получение обширного и надежного набора данных. Этот массив информации оказался достаточным для разработки технически обоснованного проекта. На основе полученных данных было принято решение отказаться от восстановления существующего моста и построить новый на соседнем участке. Следует подчеркнуть, что другие методы обследования в такой степени детализации и точности скорее всего не смогли бы зафиксировать все элементы конструктивных узлов и особенности береговой зоны с аналогичной полнотой [2–3].

Современным направлением развития технологии воздушного лазерного сканирования является применение БПЛА с лазерным сканером (рис. 3).

Технология воздушного лазерного сканирования с использованием дронов позволяет значительно ускорить выполнение геодезических и обследовательских работ. В отличие от пилотируемых летательных аппаратов, дроны могут работать при неблагоприятной погоде и низкой облачности, не требуют аэродрома и удобны в транспортировке [4].

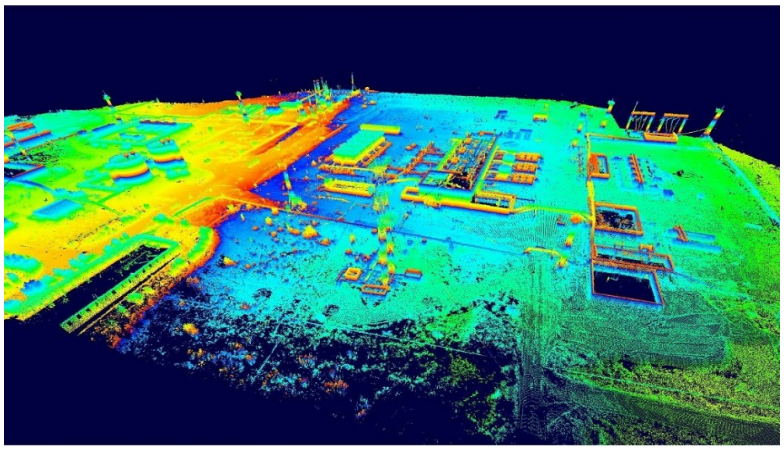


Рис. 3. Лазерное сканирование с дрона

Технология лазерного сканирования LiDAR дает возможность оперативно приобретать высокоточные данные о характере земной поверхности и расположенных на ней объектах, в том числе и о тех участках, которые скрыты растительным покровом. Данный метод эффективно обнаруживает различные дефекты и аномальные явления, что делает его применимым для исследования сложных и малодоступных мест: горные склоны, карьерные выработки и территории промышленных предприятий. Отдельные разновидности лидаров обладают функционалом для замера глубины на мелководных акваториях. Этот способ нашел широкое применение при изготовлении топографических карт для местностей с монотонным рельефом тундровых районов, пустынных областей, заснеженных и песчаных территорий.

Принцип работы LiDAR: лазерный сканер испускает импульсы, которые отражаются от поверхности и объектов. Сенсор фиксирует время возврата луча и направление, а навигационные системы GNSS и инерциальные датчики определяют положение сканера. На основе этих данных формируются пространственные координаты и создается облако точек – трехмерная модель местности.

Преимущества LiDAR:

1) работает независимо от освещения и частично «сквозь» растительность;

2) обеспечивает высокую точность и детализацию;

3) позволяет проводить съемку в сложных условиях;

4) данные легко интегрируются в ГИС-системы.

Ограничения:

1) не проникает в плотные материалы (земля, камень);

2) точность зависит от условий съемки, качества оборудования и постобработки.

Таким образом, проведение воздушного лазерного сканирования с привлечением беспилотных летательных аппаратов представляет собой один из самых точных и результативных способов получения пространственных

сведений. Данная технология нашла широкое распространение в области крупномасштабного картографирования, в геодезической отрасли, архитектурной и строительной сферах, а также в различных отраслях промышленности. Применение беспилотных платформ дает возможность значительного снижения трудовых и финансовых затрат, ускорения производства полевых топографо-геодезических работ и повышения качества конечных картографических материалов.

Список источников

1. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS, ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, 2002. URL: https://spbgeodezia.ru/downloads/GKINP-ONTA-02-262-02-Instruktsiya-po-razvitiyu-semochnogo-obosnovaniya-i-semke-situatsii-i-relefa-.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

2. Чудинов С. А., Чудинов С. А. Инженерно-геодезические работы при изысканиях и проектировании автомобильных дорог. Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. 110 с.

3. Отчеты по инженерным изысканиям УралГИПРОДОРНИИ ОАО «ГИПРОДОРНИИ», а/д г. Ханты-Мансийск, пос. Горноправдинск, Тюмень – Ханты-Мансийск, 2002–2004. URL: https://elar.usfeu.ru/bitstream/-123456789/3408/1/Voronina.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

4. Сканирующие лазерные дальномеры LiDAR // Techinsider : [сайт]. URL : https://clck.ru/3SD46U (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 625.72

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Анастасия Владимировна Вопилова[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] nastyavopilova@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматривается процесс создания цифровой модели местности при разработке информационной модели автомобильной дороги: от импорта исходных данных изысканий до формирования сводной модели, насыщенной сематической информацией.

Ключевые слова: цифровая модель местности, проектирование автодороги

Для цитирования: Вопилова А. В., Чудинов С. А. Создание цифровой модели местности при разработке информационной модели автомобильной дороги // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 870–873

Original article

CREATING A DIGITAL TERRAIN MODEL FOR DEVELOPING A HIGHWAY INFORMATION MODEL

Anastasia V. Vopilova[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] nastyavopilova@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the process of creating a digital terrain model for the developing a highway information model: from importing the initial survey data to forming a consolidated model rich in semantic information.

Keywords: digital terrain model, highway lay-out

© Вопилова А. В., Чудинов С. А., 2026

For citation: Vopilova A. V., Chudinov S. A. (2026) Sozdanie cifrovoj modeli mestnosti dlya proektirovaniya avtomobil`noj dorogi [Creating a digital terrain model for developing a highway information model]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu rossii [scientific creativity of youth to the forest complex of russia] : materials of the xxii All-Russian 5 (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. C. 870–873. (In Russ).

Проектирование автомобильных дорог – сложный и трудоемкий процесс, проектировщик должен учесть множество различных факторов, которые влияют на принятие технической категории и конструкции автомобильной дороги. Упростить процесс принятия решений и проектирования дороги поможет технология информационного моделирования. Прежде чем приступить к разработке модели дороги, необходимо подготовить основу проекта, а именно цифровую модель местности (далее ЦММ), которая является не только графическим представлением местности, где будет проходить будущий объект строительства, но и основой будущих расчетов объемов земляных работ, что ранее делалось вручную при помощи калькуляторов. В данной статье рассматривается разработка динамической и сематически насыщенной ЦММ.

Создание ЦММ начинается с загрузки исходных данных съемки местности проложения будущей трассы.[*] Есть два способа импорта данных.

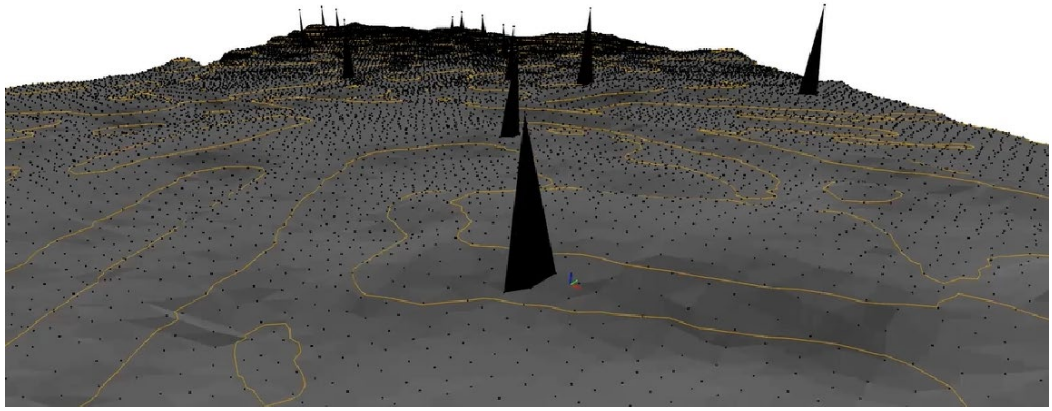
Первый способ импорта исходных данных является наиболее точным. От изыскателей поступают данные с координатами, отметками высот и кодами точек. Кодификатор программы, автоматически расставляет точки и присваивает им условное обозначение, что в дальнейшем упрощает работу.

Второй способ менее удобный, но более распространенный. От изыскательской организации поступают отчет по изысканиям и топографический план в формате DWG. План загружается в модель, как не редактируемая подложка, по которой выставляют вручную точки с присвоением высот. Код точкам приходится устанавливать самостоятельно.

После загрузки точек на план, приступают к построению поверхности модели. Ключевым параметром здесь является максимальная длина ребра, которое ограничивает размер сторон треугольников и предотвращает создание некорректной поверхности, которая искажают рельеф. Длина ребра, должна незначительно превышать расстояние между точками, что обеспечивает адекватную детализацию модели. При построении поверхности модели, важно учитывать классификацию точек. Точки, обозначающие опоры,

[*] СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» от 01.07.2021.URL: https://expert.tmbreg.ru/files/Gosudarstvenn/sp_333.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

провода ЛЭП и подобные ситуационные объекты, должны обозначаться соответствующим образом, иначе они будут участвовать в построении поверхности, чего не должно быть (рисунок).



Ситуационные точки

Еще одним инструментом для построения поверхности, является структурная линия. Когда съемка была проведена по существующей дороге, и в модели надо правильно отразить проезжую часть, бортовой камень, обочину и откосы, необходимо использовать структурные линии. Алгоритмы не понимают логику расположения объектов и соединяют точки с ближайшими, что может привести к грубой ошибке при построении поверхности. Именно в таком случае необходимо вводить линии. Они накладывают жесткие ограничения и не позволяют ребрам треугольника пересекать себя, программа вынуждена строить треугольники в ограниченном пространстве.

Структурные линии позволяют не только правильно построить поверхность, но нужны и для нанесения инженерных сетей и площадных объектов. Их можно построить как вручную, так и автоматически, при выборе присвоенных кодов объекта.

Отличие ЦММ от простого чертежа заключается в информационной насыщенности. Вся информация об объекте, наноситься через семантику. Семантика – это набор данных, которые назначаются любым элементам модели: точкам, структурным линиям, треугольникам и, что особенно важно, участкам.

Участок – это группа треугольников, объединенная в единый объект. Создание участков решает три ключевые задачи:

– автоматизированный подсчет: можно получить площадь объекта, что помогает в составлении ведомостей;

– визуализация: каждому участку, которому присвоено покрытие, назначается цвет, что позволяет лучше читать чертеж;

– информационное наполнение: участку назначается семантический объект – «обочина», «проезжая часть» и т. д., что присваивает цвет, материал укрепления и прочее.

Таким образом, поверхность становиться не просто набором треугольников и точек, а поверхностью, содержащую полную информацию о своем назначении и свойствах.

На основе разработанной и семантически насыщенной ЦММ программа позволяет автоматически наносить всю необходимую информацию:

1) черный профиль и поперечники: после создания оси трассы и поверхности ЦММ, программа позволяет построить черный продольный и поперечный профили. Также программа позволяет проектировщикам в режиме реального времени оценить объемы работ вариантов трассировки, так как любое изменение оси трассы отражается и на профиле;

2) условные обозначения: на основе сематических кодов программа создает точечные, линейные и площадные условные знаки;

3) горизонтали: горизонтали наносятся сами по точкам поверхности. Шаг и подписи (отметки высот) могут наноситься как автоматически, так и вручную.

Такая тщательная обработка модели – залог корректно выполненных последующих работ с моделью.

Заключительный этап создания ЦММ – экспорт сводной модели. Экспорт моделей из программного комплекса проводится в формате IFC, что обеспечивает совместимость с другими программами и возможность работы всех участников проекта одновременно.

Преимущества создания цифровых моделей автомобильных дорог:

1) автоматизация трудоемких операций: программа выполняет автоматически построение продольного и поперечного профилей, нанесение горизонталей и вычисления объемов работ;

2) минимизация ошибок: исключает человеческий фактор;

3) информационная насыщенность: объекты модели содержат большое количество информации, которую можно извлечь в любой момент времени;

4) оперативность: возможность быстро прорабатывать данные, оценивать множество вариантов и принимать решение.

Правильно разработанная динамическая и сематически насыщенная ЦММ не только упрощает принятие решений, проектирование автодороги и расчеты объемов работ, но и позволяет сократить время на согласование проекта.

Научная статья
УДК 630.233

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИТОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА В СОВРЕМЕННОМ ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дилшод Рахматуллоевич Гафуров[1], Нина Андреевна Гриневич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] gafurovd8197@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Аннотация. Литой асфальтобетон получает широкое применение в строительстве благодаря сочетанию водонепроницаемости, долговечности и устойчивости к интенсивным нагрузкам. Материал отличается повышенной подвижностью, высоким содержанием битума и отсутствием необходимости в уплотнении после укладки.

Ключевые слова: литой асфальтобетон, особенности транспортировки, технологии укладки, мосты

Для цитирования: Гафуров Д. Р., Гриневич Н. А. Использование литого асфальтобетона в современном дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С.874–878.

Original article

THE USE OF CAST ASPHALT CONCRETE IN MODERN HIGHWAY CONSTRUCTION

Dilshod R. Gafurov[1], Nina A. Grinevich[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] gafurovd8197@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Abstract. Cast asphalt concrete is widely used in construction due to its combination of water resistance, durability, and resistance to heavy loads. The material is characterized by high mobility, a high bitumen content, and no need for compaction after laying.

© Гафуров Д. Р., Гриневич Н. А., 2026

Keywords: cast asphalt concrete, transportation features, laying technologies, bridges

For citation: Gafurov D. R., Grinevich N. A. (2026) Ispol`zovanie litogo asfal`tobetona v sovremennom dorozhnom stroitel`stve [The use of cast asphalt concrete in modern highway construction]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 874–878. (In Russ).

В условиях увеличения интенсивности движения, возрастания требований к долговечности и экологичности дорожных покрытий, мостов необходимость применения инновационных смесей становится все более актуальной. На фоне традиционных горячих асфальтобетонов литой асфальтобетон выделяется комплексом эксплуатационных преимуществ, связанных с его структурой и технологией изготовления. Он представляет собой высокотемпературную, полужидкую вязкую смесь с повышенным содержанием битума и минерального порошка, благодаря чему обладает уникальной способностью самоуплотняться без применения вибрационных катков. Эти свойства делают его эффективным материалом для условий, где обычные смеси быстро теряют прочность или не обеспечивают должной герметичности.

Литой асфальтобетон содержит большее количество битума (8–12 %), минерального порошка, а также специальные добавки, что обеспечивает смеси текучесть при температуре около 200 °С в отличие от обычного асфальтобетона, который необходимо уплотнять катками при температуре 150–160 °С [1].

Литая смесь способна равномерно растекаться по поверхности и заполнять мелкие неровности без внешнего давления. Это позволяет исключить риск недостаточного уплотнения и воздушных пустот, которые часто становятся причиной раннего разрушения дорожного полотна.

Требования к показателям физико-механических свойств смеси нормируются в зависимости от дорожно-климатической зоны, вида, марки и типа структуры горячего асфальтобетона.

В таблице указаны требования ГОСТ 54401–2020 к асфальтобетонной смеси ЛА16Нэ.

Физико-механические свойства литого асфальтобетона

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Фактические показатели	Технические требования ГОСТ Р 54401–2020
1	Объемная плотность	г/см^3	2,594	Не нормируются
2	Максимальная плотность	г/см^3	2,616	Не нормируются

Окончание таблицы

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Фактические показатели	Технические требования ГОСТ Р 54401–2020
3	Содержание воздушных пустот	%	0,8	Не более 1,5
4	Глубина вдавливания штампа	мм	2,3	2,5
5	Увеличение глубины вдавливания штампа через 30 минут	мм	0,27	Не более 0,3
6	Содержание битумного вяжущего	% по массе	8,9	8,5± 0,5

По сравнению с традиционными покрытиями литой асфальтобетон отличается:

– повышенной водонепроницаемостью благодаря плотной, практически монолитной структуре;

– стойкостью к трещинообразованию и антигололедным материалам;

– увеличенным сроком службы при воздействии перепадов температур;

– удобством применения на сложных конструкциях: мостах, тоннелях, примыканиях и небольших участках.

Таким образом, его эксплуатационное поведение заметно превосходит обычные асфальтобетонные смеси, что делает материал предпочтительным в ряде инженерных задач.

Высокая плотность и устойчивость к воздействию влаги определяют широкую область применения литого асфальтобетона. Он активно используется при обустройстве и ремонте мостовых сооружений, где вибрационное уплотнение нежелательно, а покрытие должно обеспечивать защиту гидроизоляционных слоев. Также материал подходит для тоннелей, промышленных площадок, городских улиц, тротуаров и остановочных комплексов.

Отдельного внимания заслуживает применение литых смесей при локальном ремонте дорожного покрытия. Благодаря способности не терять качество даже при низких температурах, он позволяет проводить заделку дефектов в холодное время года, что невозможно для большинства других асфальтобетонных материалов.

Транспортирование литого асфальтобетона требует специализированной техники, поскольку смесь быстро теряет текучесть при охлаждении. Для перевозки используются асфальтовозы-термосы (рисунок).

Они оборудованы теплоизоляционными стенками, системой постоянного подогрева и механической мешалкой, предотвращающей расслоение. Температура смеси во время транспортировки поддерживается на уровне 180–220 °С [2].



Кохер. Машина для перевозки литого асфальтобетона

Такие машины позволяют перевозить литой асфальтобетон даже на значительные расстояния без потери свойств, а внутренняя перемешивающая система обеспечивает однородность материала до момента укладки. Поддержание стабильного температурного режима является критически важным, поскольку охлаждение ниже допустимого предела делает смесь непригодной для использования.

Укладка происходит следующим образом: горячую смесь выливают на подготовленную поверхность и распределяют ручными инструментами или специальными укладчиками. Благодаря высокой текучести, литой асфальтобетон растекается, заполняет все неровности и поры, образуя сплошной монолит без воздушных пустот. Рабочие разравнивают слой металлическими тягами, шпателями или ракелями, формируя нужную толщину и уклон. Уплотнение катками не требуется [3].

Таким образом, литой асфальтобетон является эффективным и технологически адаптивным материалом для строительства и ремонта дорожных и мостовых сооружений. Его отличают повышенная водонепроницаемость, устойчивость к трещинообразованию, высокая долговечность и возможность применения там, где обычные асфальтобетонные смеси оказываются недостаточно надежными.

Учитывая климатические особенности многих регионов и постоянный рост транспортных нагрузок, литой асфальтобетон остается востребованным материалом, обеспечивающим длительный срок службы дорожных покрытий.

Список источников

1. ГОСТ Р 54401–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: https://www.mos.ru/upload/-documents/files/6658/GOSTR54401-2020.pdf (дата обращения: 29.11.2025).

2. ОДМ 218.6.1.003–2021. Методические рекомендации по технологиям устранения деформаций и повреждений с использованием различных типов специальных асфальтобетонных смесей при выполнении неотложных работ. 2021. 74 с.

3. Мелик-Багдасаров М. С., Гиоев Г. А., Мелик-Багдасарова Н. А. Строительство и ремонт дорожных асфальтобетонных покрытий. МАДИ. Белгород, 2007. 239 с.

Научная статья
УДК 630.233

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТЕННОГО ПОКРЫТИЯ

Дмитрий Сергеевич Гавриленко[1], Нина Андреевна Гриневич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] h.dima.777@inbox.ru
[2] Grinevich1844@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности производства и современные методы использования резиновой крошки в асфальтовых покрытиях. Особое внимание уделяется технологии получения резиновой крошки, ее свойствам, преимуществам при использовании в дорожном строительстве и вопросам экологической безопасности.

Ключевые слова: резина, автомобиль, тротуар, переработка резины

Для цитирования: Гавриленко Д. С., Гриневич Н. А. Применение резиновой крошки для устройства асфальтобетонного покрытия // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 879–884.

Original article

APPLICATION OF RUBBER CRUMBS FOR ASPHALT CONCRETE PAVEMENT

Dmitry S. Gavrilenko[1], Nina A. Grinevich[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] h.dima.777@inbox.ru
[2] Grinevich1844@yandex.ru

Abstract. The article discusses the production features and modern methods of using rubber crumbs in asphalt surfaces. Special attention is paid to the technology of obtaining rubber crumbs, its properties, advantages when used in road construction and environmental safety issues.

Keywords: rubber, car, pavement, rubber recycling

© Гавриленко Д. С., Гриневич Н. А., 2026

For citation: Gavrilenko D. S., Grinevich N. A. (2026) Primenenie rezinovoj kroshki dlya ustrojstva asfal`tobetonnogo pokry`tiya [Application of rubber crumbs for asphalt concrete pavement]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific crea-tivity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 879–884. (In Russ).

Использование вторичных ресурсов в дорожном строительстве становится все более актуальным ввиду необходимости снижения экологической нагрузки и повышения эксплуатационных характеристик дорожно-строительных материалов. Резиновая крошка, полученная из переработанных шин, приобрела широкое применение в асфальтобетоне за счет своей эластичности, износостойкости и снижения шума при движении.

На сегодняшний день вторичные ресурсы чаще всего применяются для усиления свойств асфальтобетона и цементобетона, укрепления грунтов, насыпи, заполнения выемок на автомобильных дорогах [1].

По данным информационно-аналитического агентства Cleandex ежегодно в России выбрасывается более 1 млн т изношенных автопокрышек. Из них малая часть идет на переработку, остальная – на захоронение. Шины не подвергаются биологическому разложению, выделяют токсичные вещества при возгорании. При складировании шины становятся местом размножения грызунов и насекомых, а также источником инфекций [2].

Процесс переработки автомобильных шин включает в себя несколько этапов:

Подготовительный процесс. На этом этапе начинается удаление посторонних предметов, таких как стальные элементы корда, пластиковые детали, а также производится техническая мойка и очистка от загрязнений.

Процесс измельчения. Автомобильные шины подвергаются обработке в специальных дробильных установках (рис. 1), после которых резиновая крошка разделяется на фракции. Для обеспечения равномерного размера резиновой крошки применяются специальные режущие лезвия.



Рис. 1. Шредер для измельчения покрышек

Разделение на фракции. После дробления резиновая крошка делится на пластиковые остатки (при помощи воздушных потоков) и металлические (при помощи мощных магнитов).

Дополнительная переработка:

– резиновая крошка может подвергаться дополнительной (термической) переработке для получения битума, топлива или углеродных составляющих;

– резиновую крошку можно подвергнуть дополнительному измельчению для получения более мелкой фракции, используемой в других промышленных отраслях.

Оборудование для переработки крупногабаритных шин и шин грузового автотранспорта должно учитывать особенности конструкции, зависящие от страны производителя. Шины, произведенные в России и странах СНГ, имеют заметные отличия от зарубежных аналогов.

Технологии, применяемые к резиновой крошке, могут активно применяться в различных сферах деятельности, но особенно актуальны (они в дорожно-строительном направлении, где резиновая крошка способствует повышению устойчивости к износу, а также позволяет продлить срок службы асфальтобетонного покрытия.

Применяемы технологии:

1) добавление крошки в горячую смесь. «Асфальт с резиновой крошкой»: при производстве, резиновая крошка добавляется в горячий асфальтобетон, далее, поступая в смесительную установку, равномерно распределяется в смеси асфальтобетона (рис. 2);



Рис. 2. Укладка асфальтобетонной смеси с применением резиновой крошки

2) применение в качестве основания дорожного полотна. Резиновую крошку зачастую можно использовать в отсыпке основания дорожного полотна для стабилизации основания, что способствует улучшению сцепных качеств последующих слоев;

3) инновационные решения. Применение порошка из резиновой крошки с битумом с целью создания модификаторов, умеющих усиливать связующие свойства и улучшение адгезии материала (рис. 3);

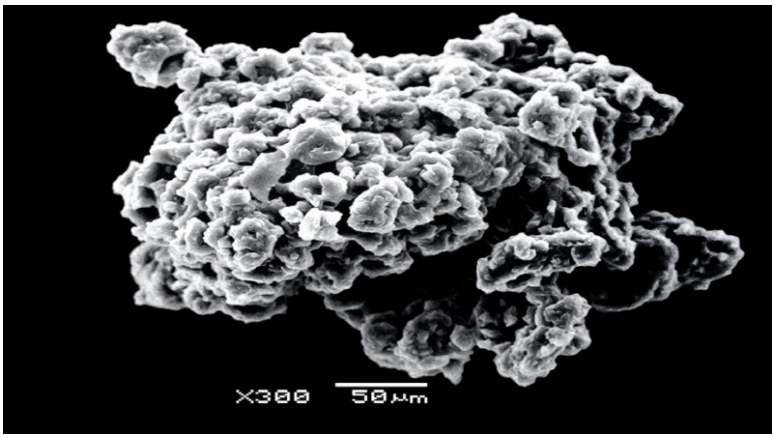


Рис. 3. Модификатор с резиновой крошкой на основе битума

4) добавление в горячий асфальтобетон. Крошка вводится непосредственно в свежий асфальт, улучшая его эластичные свойства. Преимуществами данной технологии является следующие моменты:

– снижение шума при движении;

– улучшение износостойкости;

– устойчивость к температурным колебаниям;

– увеличение стойкости к трещинам и эрозии.

Способы изготовления асфальтобетонных смесей с добавлением резиновой крошки могут изменяться в зависимости от конкретных целей и технологий производства. Основные методы включают следующее:

1. Метод горячего замеса.

Резиновая крошка предварительно нагревается примерно до 150 °С, далее ее добавляют в асфальтосмесительную установку, где смесь тщательно перемешивается и распределяется. На выходе получается готовая горячая асфальтобетонная смесь с добавлением резиновой крошки (рис. 4).



Рис. 4. Асфальтосмесительная установка с возможностью добавления резиновой крошки в горячий асфальтобетон

Основные преимущества: хорошая адгезия АБС, равномерное распределение компонентов резины, достаточно высокая прочность материала.

2. Метод холодного замеса.

Резиновую крошку добавляют в холодный асфальтобетон, который зачастую используют при ямочном ремонте, а также в условиях климата с низкими температурами. Мелкие фракции резиновой крошки добавляются в холодный асфальтобетон путем замеса в специальных емкостях или прямо на площадках при помощи погрузчика. Такой метод не требует больших затрат на энергию, но значительно влияет на качество готовой продукции.

Основные преимущества: Экономия на энергопотреблении, низкая стоимость продукции, возможность замеса прямо на площадке, не используя дополнительные установки.

Применение резиновой крошки способствует уменьшению вибрации, снижению уровня шума (рис. 5), а также увеличению срока службы асфальтобетонного покрытия. Переработка резиновой крошки позволяет улучшить экологическую обстановку в регионах.

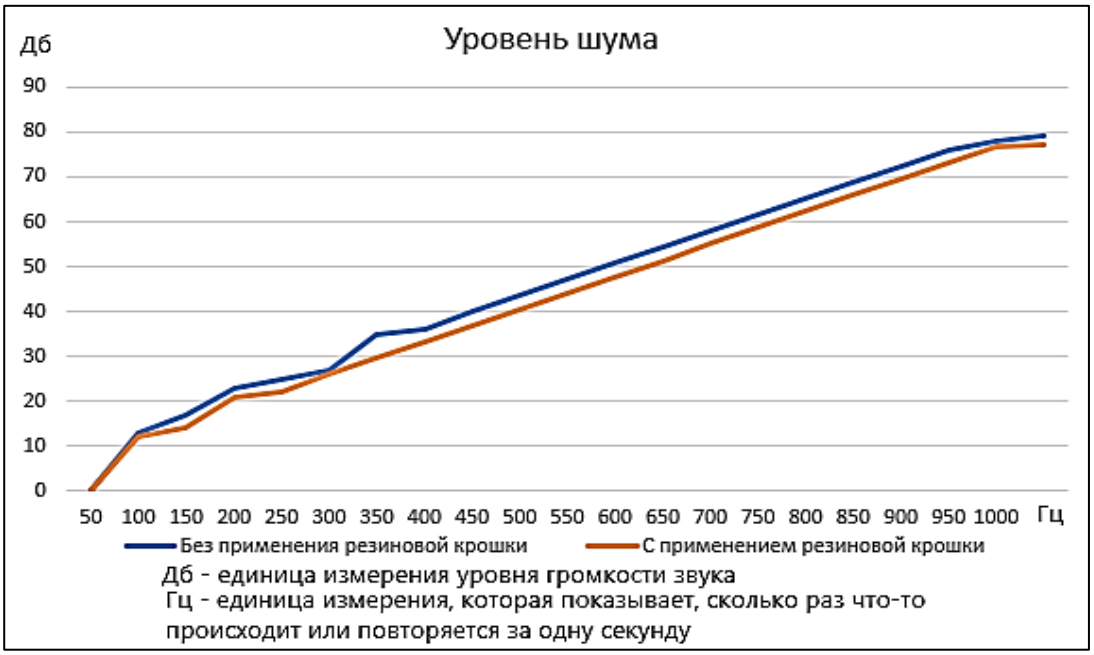


Рис. 5. График наблюдений за уровнем шума

Использование резиновой крошки в дорожном строительстве позволяет асфальтобетонной смеси достичь высоких прочностных показателей, а также хорошей адгезии. Снижение уровня шума и вибрации благоприятно влияет на качество жизни граждан, проживающих рядом с автомобильными дорогами. Благодаря своим уникальным качествам и экономической привлекательности, переработанная резиновая крошка в будущем станет передовым материалом в строительстве.

Список источников

1. Москвин А. А. Переработка изношенных автомобильных покрышек в России // Международная конференция «Рециклинг отходов» Сочи. Рециклинг отходов. 2009. № 3. С. 2–5.

2. Проблемы утилизации автомобильных шин / В. Я. Дуганов, Т. А. Дуюн, К. В. Чуев [и др.] // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Щухова. 2023. Т. 8, № 11. URL: https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/49064/view (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 625.7

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ПУЧЕНИЯ

Юлия Олеговна Емельянова[1], Евгений Вячеславович Ребизов[2], Сергей Иванович Булдаков[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] yuliya_emelian@bk.ru
[2] e.rebizov@rambler.ru
[3] professorbuldakov@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены и приведены примеры применения пенополистирольных материалов для решения сложных инженерных задач на территориях со сложными геологическими и климатическими условиями.

Ключевые слова: строительство автомобильных дорог, строительные материалы

Для цитирования: Емельянова Ю. О., Ребизов Е. В., Булдаков С. И. Применение пенополистирольных материалов для укрепления основания и устранения пучения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 885–888.

Original article

APPLICATION OF POLYSTYRENE FOAM MATERIALS TO STRENGTHEN THE FOUNDATION AND ELIMINATE HEAVING

Yulia O. Emelyanova[1], Evgeny V. Rebizov[2], Sergei I. Buldakov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] yuliya_emelian@bk.ru
[2] e.rebizov@rambler.ru
[3] professorbuldakov@gmail.com

Abstract. This article examines and provides examples of the use of polystyrene foam materials to solve complex engineering problems in areas with challenging geological and climatic conditions.

© Емельянова Ю. О., Ребизов Е. В., Булдаков С. И., 2026

Keywords: highways construction, building materials
For citation: Emelyanova Yu. O., Rebizov E. V., Buldakov S. I. (2026) Primenenie penopolistirol`ny`x materialov dlya stabilizacii osnovaniya i ustraneniya pucheniya [Application of polystyrene foam materials to strengthen the foundation and eliminate heaving]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 885–888. (In Russ).

Одной из наиболее существенных проблем, возникающих при эксплуатации автомобильных дорог в регионах с глубоким промерзанием грунтов, является морозное пучение и связанная с ним деформация дорожной одежды. Традиционные методы борьбы с пучинами – замена грунта, устройство дренажных систем, использование теплоизоляционных слоев из минеральных материалов – нередко оказываются недостаточно эффективны или требуют значительных затрат. В связи с этим в последние годы наблюдается рост востребованности технологии применения пенополистирольных материалов (экструдированного пенополистирола – ЭППС) как альтернативного инженерного решения.

Актуальность использования ЭППС обусловлена современными климатическими изменениями, увеличением интенсивности транспортных нагрузок и необходимостью повышения долговечности дорожного полотна без резкого увеличения стоимости работ. Для регионов Сибири, Дальнего Востока, Урала, Северо-Запада и северных районов европейской части России применение легких теплоизоляционных плит является одним из наиболее эффективных способов предотвращения морозного пучения, стабилизации грунтов и сохранения проектных отметок дороги [1, 2].

Технология включает в себя подготовку основания – выемка слабого или пучинистого грунта, планировка и уплотнение подстилающего слоя; укладка пенополистирольных плит с заданной плотностью и толщиной, обеспечивающих требуемые теплоизоляционные характеристики; устройство распределительного слоя (песчаного, щебеночного или геосинтетического), защищающего ППС от повреждений, монтаж конструктивных слоев дорожной одежды и асфальтобетонного покрытия (рисунок).

Преимущества применения пенополистирольных материалов в дорожном строительстве заключаются в их высоких теплоизоляционных свойствах, позволяющих существенно снизить глубину промерзания грунта и предотвратить образование морозных линз, вызывающих пучение. Материал обладает малой плотностью и высокой прочностью на сжатие, поэтому существенно снижает нагрузку на слабые и водонасыщенные грунты, обеспечивая стабильность земляного полотна даже при сложных геологических условиях. ППС устойчив к влаге, не теряет теплофизических параметров

в течение длительного периода, отличается долговечностью и химической стабильностью, что способствует увеличению межремонтных сроков эксплуатации дороги. Дополнительным преимуществом является экономическая целесообразность: использование ППС позволяет уменьшить объемы земляных работ, сократить глубину выемки и замену грунтов, снизить трудозатраты и ускорить ремонт, что делает технологию востребованной в северных и труднопроходимых регионах [3].



Монтаж пенополистирольных плит

Недостатки применения пенополистирольных материалов связаны с их чувствительностью к механическим повреждениям при нарушении технологии монтажа, что требует обязательного устройства защитных распределительных слоев из геотекстиля, песка или щебня с целью исключения контакта с бензином, маслами и органическими растворителями.

Также из недостатков можно отметить относительно высокую стоимость ППС и особое внимание к соблюдению технологии, качеству расчетов и нормативных требований, чтобы исключить неравномерные осадки и повреждение теплоизоляционных слоев под воздействием нагрузок от транспорта [4].

Экономическая целесообразность применения пенополистирольных материалов заключается в снижении общих затрат на строительство и дальнейшую эксплуатацию дороги за счет уменьшения объемов земляных работ, сокращения необходимости глубокой замены пучинистых грунтов и сокращения времени ремонта. Благодаря высокой теплоизоляционной способности ППС удается значительно уменьшить риск деформаций и повреждений покрытия, что продлевает межремонтные сроки и сокращает расходы на содержание дороги. Несмотря на более высокую стоимость материала по сравнению с традиционными совокупный экономический эффект проявляется в долгосрочной перспективе, особенно в регионах с глубоким

промерзанием и сложными геологическими условиями, где традиционные методы оказываются менее эффективными и более затратными.

Увеличение темпов строительства автомобильных дорог в районах со сложными и неблагоприятными геологическими условиями ведет к росту использования ЭППС. Она широко используется в возведении насыпей, подходов мостов, инженерных сооружениях, съездов, парковок.

Применение пенополистирольных материалов для укрепления оснований и устранения морозного пучения является экономически выгодным и обоснованным решением в регионах с вечной и сезонной мерзлотой. Следует обратить внимание на последующее развитие и усовершенствование нормативных баз и расчетов.

Список источников

1. Коротков Е. А. Влияние морозозащитных слоев на деформации земляного полотна автомобильных дорог : автореф. дис. канд. техн. наук / Коротков Евгений Анатольевич. Екатеринбург : УрФУ, 2016. 24 с.

2. Мишин А. В. Повышение эффективности работы земляного полотна автомобильных дорог в условиях сезонного промерзания грунтов. СПб. : ПГУПС, 2018. 154 с.

3. ГОСТ Р 59698–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Конструкции дорожных одежд с применением XPS-блоков. Общие требования. М. : Стандартинформ, 2021. 22 с.

4. Юкова К. В. Перспективы использования пенополистирола в дорожном строительстве России // Молодой ученый. 2017. № 22 (156). С. 102–106.

Научная статья
УДК 630.233

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Анна Владимировна Жернова[1], Александр Игоревич Толстых[2], Сергей Иванович Булдаков[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] zhernovaav@gmail.com
[2] Sasha170794@yandex.ru
[3] professorbuldakov@gmail.com

Аннотация. Проведение государственной экспертизы – один из важнейших этапов при строительстве автомобильных дорог.

Ключевые слова: экспертиза, требования, оценка

Для цитирования: Жернова А. В., Толстых А. И., Булдаков С. И. Особенности проведения государственной экспертизы по строительству автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 889–892.

Original article

FEATURES OF CONDUCTING STATE EXAMINATIONS FOR HIGHWAYS CONSTRUCTION

Anna V. Zhernova[1], Alexander I. Tolstykh[2], Sergey I. Buldakov [3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] zhernovaav@gmail.com
[2] Sasha170794@yandex.ru
[3] professorbuldakov@gmail.com

Abstract. Conducting a state examination is one of the most important stages in highways construction.

Keywords: expertise, requirements, assessment

© Жернова А. В., Толстых А. И., Булдаков С. И., 2026

For citation: Zhernova A. V., Tolstykh A. I., Buldakov S. I. (2026) Osobennosti provedeniya gosudarstvennoj e`kspertizy` po stroitel`stvu avtomobil`ny`x dorog [Features of conducting state examinations for highways construction]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 889–892. (In Russ).

Государственная экспертиза — это проверка проектной документации по результатам изысканий на соответствие техническим, экологическим и нормативным требованиям, а также минимизация финансовых и экологических рисков.

Экспертиза играет одну из главных ролей в подготовке объекта к началу строительного процесса и является важным и ответственным этапом. Она осуществляется для разных строительных объектов: объекты атомной энергетики, здания промышленного и гражданского назначения, строительство автомобильных дорог. Для обеспечения надежности и безопасности реализуемых объектов государственная экспертиза проверяет проектную документацию по таким критериям, как соответствие законодательству, безопасность (санитарно-эпидемиологическая, пожарная, промышленная, экологическая), соответствие нормативам строительства и достоверность сметной стоимости.

Главгосэкспертиза – высший экспертный орган, который проверяет определенные объекты.

Объекты, подлежат государственной экспертизе, которую проводят органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации или подведомственные государственные учреждения по месту расположения данного земельного участка.

В соответствии с Градостроительным Кодексом Российской Федерации (ст. 49) к обязательному прохождению государственной экспертизы относятся следующие объекты: особо опасные, технически сложные и уникальные объекты; строительство на особо охраняемых природных территориях; объекты, требующие согласования с субъектами РФ, между которыми предполагается их размещение; объекты, предназначенные для захоронения или обезвреживания отходов; объекты культурного наследия федерального значения, ремонт или реконструкция которых может повлиять на их устойчивость и безопасность; объекты, информация о которых относится к государственной тайне; гидротехнические сооружения 1-го и 2-го классов, объекты авиационного и железнодорожного транспорта, тепловые электростанции мощностью от 150 МВт.

В данной статье рассмотриваются особенности, последовательность организации и проведения государственной экспертизы по строительству автомобильных дорог в соответствии с Постановлением правительства РФ от 5 марта 2007 г. № 145*.

Согласно указанному Постановлению, требуется представить обязательный перечень документов: заявление о проведении государственной экспертизы; проектная документация на объект строительства в соответствии с требованиями (в том числе к составу и содержанию разделов), установленными законодательством Российской Федерации; ведомости объемов работ, учтенных в сметных расчетах; задание на проектирование; результаты инженерных изысканий в соответствии с требованиями (в том числе к составу указанных результатов), установленными законодательством Российской Федерации; задание на выполнение инженерных изысканий; положительное сводное заключение о проведении публичного технологического аудита крупного инвестиционного проекта с государственным участием; документы, удостоверяющие право заявителя выступать от имени технического заказчика. Только с условием наличия полностью собранного пакета документов может быть запущено мероприятие экспертизы, в ином случае эксперт имеет основание отклонить заявление на проверку проектной документации.

Организация по проведению государственной экспертизы в течение трех рабочих дней со дня получения документов от заявителя осуществляет их проверку. В течение этого же срока заявителю предоставляется проект договора с расчетным размером платы. Срок выполнения полного комплекса мероприятия должен составлять не более 42 рабочих дней.

После организационных мероприятий начинается самый ответственный этап – проверка проектной документации. За каждым ее разделом назначается ответственный эксперт, компетентный в данном направлении. Так, например, раздел «Технологические и конструктивные решения» проверяет определенный эксперт, знающий технологии строительства автомобильных дорог. В данном случае стоит начинать проверку с оценки качества местного грунта, его физических свойств. Следует руководствоваться проверенными результатами инженерных изысканий. При знании исходных данных можно обосновать необходимость выполнения тех или иных работ, например, строительство основания дорожной одежды из укрепленного грунта.

---

* О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий : Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 (ред. от 26.11.2025) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66669/ (дата обращения: 02.03.2026).

После этого переходят к анализу выбора конструкции дорожной одежды. Она должна соответствовать транспортно-эксплуатационным требованиям, составу движения, перспективной интенсивности движения на 20 лет. Данная информация содержится в разделе «Пояснительная записка» и эксперт должен провести анализ выбранной конструкции дорожной одежды, оценить ее возможность выдерживать расчетную нагрузку, готовность к перспективному транспортному потоку.

Таким образом, государственная экспертиза играет важную роль в оценке проектной документации и результатов инженерных изысканий с точки зрения их соответствия всем актуальным нормативным требованиям. Она гарантирует надежность и экологическую безопасность объектов строительства, предотвращая ошибки и нарушения при проектировании и строительстве, а, следовательно, обеспечивает безопасность при эксплуатации автотранспортными средствами. В случае получения отрицательного заключения в ходе государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий лицо, представляющее технического заказчика вправе обжаловать его в порядке, установленном Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, в экспертной комиссии, созданной указанным Министерством.

Научная статья
УДК 630.3

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИКОВЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ

Мария Сергеевна Зубова[1], Оксана Викторовна Зубова[2]
[1, 2] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1] amaliacoren5@gmail.com
[2] ok_z19@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено устройство водопропускных труб на лесных дорогах. Обоснована важность тщательного подбора материала трубы для ее безотказной работы, низкой стоимости. В тексте приведен сравнительный анализ железобетонных, пластиковых и металлических труб. Подтверждена эффективность применения пластиковых труб.

Ключевые слова: водопропускные сооружения, пластиковые трубы, металлические гофрированные трубы

Для цитирования: Зубова М. С., Зубова О. В. Обоснование применения пластиковых водопропускных труб на лесных дорогах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 893–896.

Original article

JUSTIFICATION OF THE USE OF PLASTIC CULVER PIPES ON FOREST ROADS

Maria S. Zubova[1], Oksana V. Zubova [2]
[1, 2] Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia
[1] amaliacoren5@gmail.com
[2] ok_z19@mail.ru

Abstract. This article examines the installation of culverts on forest roads. The importance of selecting the pipe material for its trouble-free operation and low cost is substantiated. A comparative analysis of concrete, plastic, and metal pipes is presented. The effectiveness of using plastic pipes has been confirmed.

© Зубова М. С., Зубова О. В., 2026

Keywords: culverts, plastic pipes, metal corrugated pipes
For citation: Zubova M. S., Zubova O. V. (2026) Obosnovanie primeneniya plastikovy`x vodopropuskny`x trub na lesny`x dorogax [Justification of the use of plastic culver pipes on forest roads]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 893–896. (In Russ).

Дороги в лесных массивах находятся в основном в зоне избыточного увлажнения, а значит, прерывают большое количество постоянных и временных водотоков с незначительным расходом воды в каждом из них. Традиционно водопропускные сооружения представляют собой деревянные однопролетные мосты или железобетонные водопропускные трубы.

Железобетон как материал для водопропускных дорожных труб является неподходящим, так как бетонные конструкции не устойчивы к динамическим нагрузкам, а именно динамические нагрузки преобладают при эксплуатации дорог. Кроме того, трубы из железобетона имеют большой вес (секция трубы диаметром 1 м и длиной 2,5 м весит порядка 2,5 т), их сложно транспортировать в условиях лесного дорожного строительства, сложно монтировать. Для монтажа звеньев трубы необходим разогретый битум, что дополнительно усложняет технологию укладки.

Современные водопропускные трубы изготавливают из пластика или гофрированного металла. Необходимо оценить преимущества и недостатки данных материалов для применения в лесном дорожном строительстве.

Пластиковые трубы изготавливают из полимерных композиционных материалов [1]. Их вес составляет около 300–400 кг при длине 2,5 м, что в восемь раз легче железобетона. Они могут быть выполнены с оголовками или без них (рис. 1). Трубы могут быть любой длины, так как пластик легко поддается обработке режущим инструментом.



Рис. 1. Пластиковая гофрированная труба

Недостатки пластиковых труб в их недостаточной прочности, хрупкости при отрицательных температурах. Кроме того пластик стареет с течением времени, особенно в неблагоприятных климатических условиях, появляются трещины, нарушение целостности, и труба требует замены.

Стоимость пластиковой трубы составляет от 40 000 рублей за трубу длиной 18 м.

В исследованиях [1] авторы указывают, что применение пластиковых труб на лесотранспортных путях единично, распространяется медленно, нормативная база еще слабо развита.

Металлические гофрированные трубы выполняют, в основном, из оцинкованной стали. Они прочны и водостойки. Гофрированная поверхность предназначена для большей гибкости трубы, что способствует сохранению целостности трубы в период сезонных колебаний грунта основания. Металлические трубы выполняют, как правило, без оголовков (рис. 2)



Рис. 2. Металлическая гофрированная труба

Длина гофрированных металлических труб регулируется по необходимости, так как они так же, как и пластиковые, легко поддаются резанию. Вес металлической трубы может составлять около 600 кг за 2,5 м, что в четыре раза меньше железобетонных. Стоимость трубы длиной 18 м составляет около 150 000 руб.

Основным недостатком металлических гофрированных труб авторы [2] считают их гибкость, которая при больших колебаниях грунта при переувлажнении, а также при недостаточном уплотнении приводит к изменению формы трубы и, как следствие, просадкам насыпи над трубой.

Для условий лесного дорожного строительства преимущественно подходят пластиковые водопропускные трубы, так как они имеют наименьшую стоимость, меньший вес, что облегчает их доставку в труднодоступные места, как один из ключевых факторов для лесных дорог. При этом их старение и подверженность трещинообразованию при отрицательных тем-

пературах не являются критическими недостатками, т. к. срок службы лесной дороги, как правило, не более 10 лет, кроме грузосборочных дорог, интенсивность движения мала, а демонтаж пластиковой трубы также достаточно прост.

Список источников

1. Меньшиков А. М., Платонов М. Ю., Земцовский А. Е. К вопросу определения транспортной нагрузки на полимерные водопропускные трубы на лесных дорогах // Системы. Методы. Технологии. 2025. № 3 (67). С. 131–138. DOI : 10.18324/2077-5415-2025-3-131-138

2. Макаров А. В., Морозов Д. Р., Лозинская Д. Д. Надежная эксплуатация стальных водопропускных труб // Инновационная наука. 2020. № 2. С. 25–27.

Научная статья
УДК 630.233

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Дмитрий Александрович Исаков[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] daisakov2004@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматриваются общие сведения о геосинтетических материалах и их применение в дорожном строительстве. Представлены основные технические, технологические и экономические преимущества геосинтетических материалов.

Ключевые слова: геосинтетический материал, автомобильная дорога, дорожная одежда, георешетка, эффективность

Для цитирования: Исаков Д. А., Чудинов С. А. Особенности применения геосинтетических материалов в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 897–901.

Original article

FEATURES OF THE APPLICATION OF GEOSYNTHETIC MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

Dmitry A. Isakov[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] daisakov2004@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. This article provides general information about geosynthetics and their use in road construction. The main technical, technological, and economic advantages of geosynthetics are presented.

Keywords: geosynthetic material, highway, road surface, geogrid, efficiency

© Исаков Д. А., Чудинов С. А., 2026

For citation: Isakov D. A., Chudinov S. A. (2026) Osobennosti primeneniya geosinteticheskix materialov v texnologiyax dorozhnogo stroitel`stva [Features of the application of geosynthetic materials in road construction technologies]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 897–901. (In Russ).

Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве и строительстве сопутствующих транспортных сооружений признано эффективным как отечественной, так и мировой практикой строительства [1]. Геосинтетические материалы позволяют расширить технические возможности строительства автомобильных дорог в сложных условиях и значительно снизить единовременные и приведенные затраты.

Высокие физико-механические характеристики геосинтетических материалов обусловливают их широкое применение. К таковым относятся прочность (50–500 кН/м), устойчивость к воздействию воды, снега, ветра, града и других факторов, долгий срок службы (до 120 лет при надлежащих условиях эксплуатации) и экологическая безопасность.

Геосинтетические материалы – это строительные материалы, получаемые на основе синтетического, минерального, стеклянного или базальтового волокна. Геосинтетические материалы производятся в виде рулонов, блоков или плит и используются в качестве дополнительных слоев, которые выполняют армирующие, дренажные, защитные, фильтрационные, гидроизоляционные и (или) теплоизоляционные функции (рис. 1) [2].



Рис. 1. Разновидности геосинтетических материалов

В настоящее время выпускается широкий спектр различных видов геосинтетических материалов, различающихся формой, размерами, свойствами и назначением. И именно благодаря этому, они находят себе применение практически во всех технологиях дорожного строительства: дренаж, земляное полотно, дорожная одежда, водоотведение, усиление конструкций и т. д. К основным геосинтетическим материалам, применяемым в технологиях дорожного строительства, можно отнести следующие виды [3]:

1) Геотекстиль – это сплошное рулонное тонкое гибкое водопроницаемое полотно, получаемое скреплением волокон, нитей или лент механическим, химическим или термическим способом (то есть плетением, склеиванием или сплавлением, соответственно) с образованием ячеек более 2,5 мм (рис. 2);



Рис. 2. Геотекстиль

2) геосетка – это плоский ячеистый рулонный материал, выполняющий функции армирования;

3) георешетка – это объемный ячеистый материал в виде слоев или блоков, выполняющий защитные функции по отношению к заполнителю ячеек (каковым может выступать грунт, щебень, гравий, шлак, материалы, обработанные органическим или минеральным вяжущим и т. д);

4) геомембрана – это геотекстиль, обработанный органическим или минеральным вяжущим. Геомембрана используется для создания гидроизолирующих прослоек в строительных конструкциях. Примером может служить геооболочка из нетканого геотекстильного материала с порошком из бентонитовой глины, выступающего в роли заполнителя;

5) геомат – это объемный крупнопористый рулонный материал, получаемый методом прессования или экструзии. Экструзия представляет собой процесс продавливания густой пасты сквозь формирующее отверстие (рис. 3);

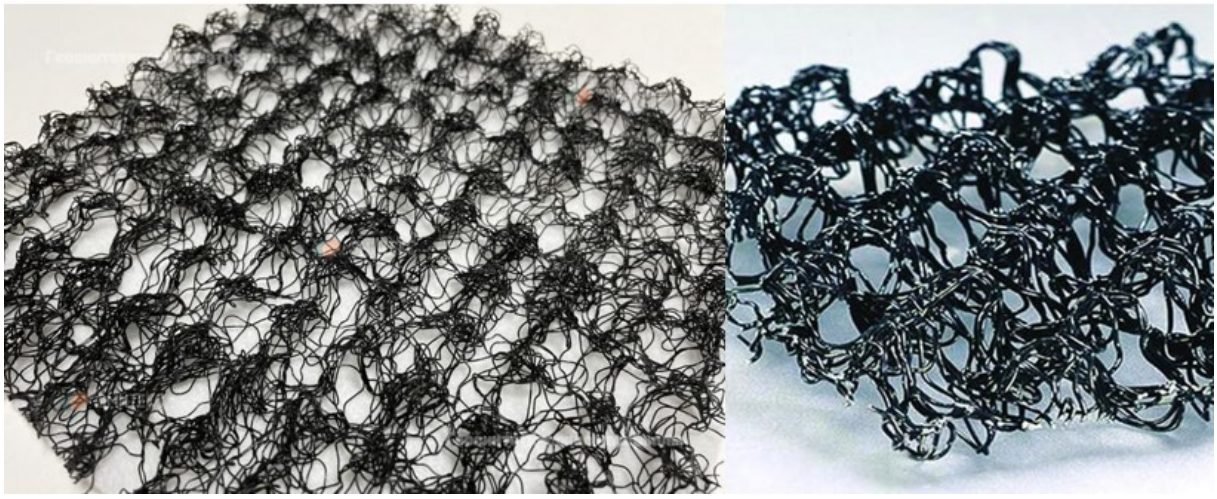


Рис. 3. Геомат: общий вид и структура

6) геооболочка – объемная оболочка, заполняемая строительными материалами непосредственно на месте производства работ. К примеру, мешки – контейнеры из геотекстильного материала, заполняемые песком (т. е. геоматы для укрепления откосов), или сборные контейнеры из геосеток с заполнением крупнофракционным материалом (то есть габионы);

7) геоэлемент – армирующий элемент, не образующий сплошного полотна. Может быть в виде волокон, тросов, узких лент;

8) геоплита – плитовидный теплоизоляционный материал сплошной структуры (к примеру, пенопласт);

9) геокомпозит – рулон или блок, представляющий собой многослойную конструкцию из различных геосинтетических материалов. Сочетание таких слоев позволяет достичь более эффективного выполнения особых функций, для чего этот материал и создается. Примером геокомпозита может служить дренажный геокомпозит, который представляет собой трехслойное соединение геотекстиля и геомата. При этом решаются задачи фильтрации и отвода воды от конструкции. Если необходимо обеспечить непроницаемость ниже многослойного геокомпозита, то к этой конструкции добавляют третий слой: внизу применяется геомембрана.

Оценка экономической эффективности применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве может быть осуществлена сравнением расчетов требуемых денежных средств на строительство, ремонт, реконструкцию или капитальный ремонт автомобильной дороги или отдельно ее конструктивных элементов без применения геосинтетических материалов и с их применением [4]. Технико-экономические расчеты показывают,

что применение геосинтетических материалов позволяет в большинстве случаев существенно снизить затраты на строительство и эксплуатацию автомобильных дорог.

Список источников

1. Щербина Е. В. Геосинтетические материалы в строительстве. М. : Издательство АСВ, 2004. 112 с.

2. Чудинов С. А. Проектирование и строительство автомобильных дорог в сложных природных условиях. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 96 с. EDN RDTSVN

3. Ленков Д. Д., Чудинов С. А. Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. С. 427–430. EDN TNJOXK

4. Васильев Е. Г., Чудинов С. А. Технологии армирования геосинтетическими материалами зол уноса в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 856–860. EDN VQQATV

Научная статья
УДК 625.76

ПОВЫШЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ НА ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ, СПОСОБЫ

Канатбай Наурызбаевич Каубаев[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kaubaev84@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлены комплексные исследования проблемы снижения сцепления колес автомобильной техники на лесовозных дорогах в зимний период, а также анализ современных методов и инженерных решений, направленных на повышение проходимости и безопасности движения.

Ключевые слова: зимняя эксплуатация, лесовозные дороги, сцепление колес, скользкое покрытие, дорожная подготовка

Для цитирования: Каубаев К. Н., Чудинов С. А. Повышение сцепления колеса автомобиля на лесовозной дороге в зимний период: проблемы, методы, способы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 902–906.

Original article

INCREASING THE GRIP OF A CAR WHEEL ON A LOGGING ROAD IN WINTER: PROBLEMS, METHODS, TECHNIQUES

Kanatbay N. Kaubaev[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kaubaev84@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. This scientific article is devoted to a comprehensive research of the problem of reducing the grip of car wheels on logging roads in winter, as well as the analysis of modern methods and engineering solutions aimed at improving cross-country ability and traffic safety.

© Каубаев К. Н., Чудинов С. А., 2026

Keywords: winter operation, logging roads, crip of wheels, slippery surface, road preparation

For citation: Kaubaev K. N., Chudinov S. A. (2026) Povy`shenie scepleniya kolesa avtomobilya na lesovoznoj doroge v zimnij period: problemy`, metody`, sposoby` [Increasing the grip of a car wheel on a logging road in winter: problems, methods, techniques]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 902–906. (In Russ).

Лесозаготовительная отрасль является одной из ключевых сфер промышленного комплекса, обеспечивающей экономику сырьевой базой для деревообрабатывающих предприятий, целлюлозно-бумажной промышленности, а также строительных и энергетических компаний.

Недостаточное сцепление приводит к ряду проблем: увеличению пробуксовки, росту тормозного пути, ухудшению устойчивости автомобиля на поворотах и под уклоном, риску заноса и опрокидывания, а также к повышенному износу шин, узлов трансмиссии и ходовой части. В конечном итоге это снижает производительность перевозок, увеличивает расход топлива и затраты на техническое обслуживание. В условиях интенсивной работы лесозаготовительной техники данные факторы могут существенно ограничить объемы вывозки древесины и повлиять на экономические показатели предприятия [1–3].

Разработка эффективных и одновременно экологически безопасных способов повышения сцепных свойств автомобильных колес на зимних лесовозных дорогах является важной научно-практической задачей. Она требует глубокого анализа структуры дорожного покрытия, факторов, влияющих на сцепление, а также оценки существующих и перспективных технических решений. Научная значимость исследования заключается в необходимости формирования комплексного подхода к обеспечению устойчивого передвижения лесовозного транспорта, включающего как улучшение параметров дорожного полотна, так и оптимизацию характеристик самих транспортных средств.

Предлагаемая работа направлена на системное рассмотрение проблемы снижения сцепления на зимних лесовозных дорогах и поиск наиболее эффективных способов повышения безопасности и проходимости лесовозного транспорта. В ней представлены теоретические основы сцепления, анализируются факторы, затрудняющие эксплуатацию в условиях зимнего лесного рельефа, рассматриваются элементные и комплексные методы улучшения сцепных свойств, а также формулируются рекомендации для практического применения в условиях лесной инфраструктуры [4–6].

Целью данной работы является комплексное исследование факторов, влияющих на сцепление колеса автомобиля с лесовозной дорогой в зимний период, а также разработка и обоснование эффективных методов повышения сцепных свойств и проходимости транспортных средств в условиях низких температур, снежного покрова и ледяной поверхности.

Для достижения цели исследования и решения поставленных задач в работе использовался комплекс методов, включающий теоретические, аналитические и практико-ориентированные подходы. Такой многоуровневый методологический инструментарий позволил системно оценить влияние дорожных и эксплуатационных факторов на сцепные свойства автомобильных колес в зимних условиях лесозаготовительных территорий.

В ходе исследования выявлены ключевые закономерности, влияющие на сцепление колес лесовозного транспорта на зимних дорогах, а также оценена эффективность различных методов повышения проходимости.

1. Влияние природно-климатических факторов

Анализ условий эксплуатации показал, что сцепление колес значительно снижается при следующих факторах:

– наличие ледяного слоя и уплотненного снега, коэффициент трения которого может составлять 0,1–0,2;

– образование колеи под тяжелой техникой, глубиной 20–30 см;

– резкие перепады температуры, приводящие к насту и ледяной корке;

– низкие температуры (ниже −20 °C), из-за которых резина теряет эластичность, а протектор шин хуже контактирует с поверхностью.

Эти данные подтверждают, что природно-климатические условия являются определяющими при планировании зимних перевозок и выборе методов повышения сцепления.

2. Эффективность технических решений:

1) шины:

– шипованные и зимние шины с глубоким протектором увеличивают коэффициент сцепления на рыхлом снегу и льду до 50 % по сравнению с обычными шинами;

– самоочищающиеся протекторы предотвращают налипание снега, что повышает стабильность сцепления;

2) цепи противоскольжения:

– лестничные и ромбические цепи показали наибольшую эффективность на скользких участках;

– автоматические цепи ON-Spot позволяют повысить сцепление на 40–80 %, особенно на голом льду и в колее;

– ограничением является скорость движения и необходимость обслуживания цепей;

3) полугусеничные и гусеничные модули:

– увеличивают площадь контакта с дорогой в 3–4 раза;

– снижают давление на снежно-ледяное покрытие, уменьшают вероятность застревания;

– эффективны на участках с глубоким снегом и уклонами;

4) системы контроля давления и электронные системы:

– регулирование давления в шинах увеличивает пятно контакта и адаптирует сцепление под различные типы покрытия;

– электронные стабилизаторы предотвращают пробуксовку и улучшают управление автомобилем на скользкой дороге.

3. Дорожные и инженерные меры:

– подсыпка щебня, песка и древесной щепы повышает коэффициент сцепления на скользких участках на 20–40%;

– механическая обработка дороги (грейдирование, фрезерование льда) устраняет колеи и повышает безопасность движения;

– применение противогололедных реагентов эффективно на ограниченных участках, но требует учета экологических ограничений.

4. Организационные и эксплуатационные меры:

– колонное движение обеспечивает уплотнение снежного покрова и уменьшает риск застревания;

– маркирование опасных участков и обучение водителей технике безопасного движения повышают эффективность транспортировки;

– правильный выбор скоростного режима и использования пониженных передач снижает нагрузку на сцепление и уменьшает пробуксовку.

5. Комплексная оценка. Системный подход, объединяющий технические решения, подготовку дорожного полотна и организационно-эксплуатационные меры, показывает наибольшую эффективность. Практическая эксплуатация лесовозов с использованием комбинированного метода (шины + цепи + подсыпка + колонное движение) позволяет:

– снизить вероятность пробуксовки на 50–70 %;

– повысить стабильность движения и управляемость;

– снизить эксплуатационные расходы и износ шин и узлов;

– увеличить производительность перевозок в зимних условиях до 30 %.

Таким образом, результаты исследования подтверждают необходимость комплексного подхода и интеграции нескольких методов для достижения максимальной эффективности на зимних лесовозных дорогах.

Список источников

1. Агафонов С. И. Эксплуатация лесовозных автодорог в зимний период. М. : Лесная промышленность, 2018. 152 с.

2. Петров В. А., Кузьмин Д. Н. Повышение проходимости лесовозной техники в условиях снежного покрова. Томск : СибГТУ, 2020. 120 с.

3. ГОСТ Р 50597–2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию. М. : Стандарт, 2017.

4. Ivanov K., Larsen E. Off-road Mobility in Winter Forest Conditions // Scandinavian Journal of Forest Engineering, 2019. Vol. 35, № 2. P. 45–58.

5. Michelin Forestry Solutions. Technical Manual. 2021. 98 p.

6. Volvo Trucks. Winter Logging Transport Recommendations. Official Service Publication, 2022. 64 p.

7. Михайлов П. С. Теория и практика борьбы с гололедом на лесных дорогах. Архангельск : САФУ, 2019. 104 с.

8. Хорев Н. А. Инженерная подготовка лесных дорог в северных регионах. Екатеринбург : УрФУ, 2021. 136 с.

9. Козлов В. П. Противоскользящие системы для лесовозной техники // Автотранспортная техника. 2020. № 7. С. 22–29.

10. Лебедев А. В. Шины и сцепление: современные решения для тяжелой техники. М. : Транспорт, 2018. 88 с.

Научная статья
УДК 630.233

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АДГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК

Максим Андреевич Козик[1], Егор Андреевич Иванюк[2], Нина Андреевна Гриневич[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kozik-maksimka@mail.ru
[2] egorstr9731@mail.ru
[3] grinevich@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается вопрос о принципе действия адгезионных добавок, которые используются для борьбы с появлением трещин, ям и других дефектов на дорожном покрытии. Описываются различные виды адгезионных добавок, их влияние на дорожное полотно.

Ключевые слова: адгезионные добавки, дефекты

Для цитирования: Козик М. А., Иванюк Е. А., Гриневич Н. А. Принцип действия адгезионных добавок // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 907−911.

Original article

THE PRINCIPLE OF ACTION OF ADHESIVE ADDITIVES

Maxim A. Kozik[1], Egor A. Ivanyuk[2], Nina A. Grinevich[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kozik-maksimka@mail.ru
[2] egorstr9731@mail.ru
[3] grinevich@yandex.ru

Abstract. This article examines the principle of action of adhesion additives used to combat cracks, potholes, and other defects on road surfaces. It describes various types of adhesive additives and their impact on the roadway.

***Keywords*:** adhesive additives, defects

© Козик М. А., Иванюк Е. А., Гриневич Н. А., 2026

For citation: Kozik M. A., Ivanyuk E. A., Grinevich N. A. (2026) Princip dejstviya adgezionny`x dobavok [The principle of action of adhesive additives]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 907–911. (In Russ).

Как известно, асфальтобетон состоит из различных компонентов – песка, щебня, битума, минерального порошка, и, при необходимости, добавок. В качестве последних выступают разные виды химических соединений. Одними из наиболее популярных в дорожно-строительной отрасли являются присадки, увеличивающие адгезию – то есть сцепление – между вяжущим и минеральными материалами (рис. 1) [1].



Рис. 1. Установка для дозирования адгезионных добавок

Адгезионные добавки представляют собой поверхностно-активные вещества, добавляемые в битум перед процессом смешивания компонентов асфальтобетонной смеси, в процентом количестве 0,2–1,5 % массы вяжущего. Такой подход позволяет увеличить подвижность битума, что обеспечивает прочную связь с минеральными компонентами асфальта – сначала в готовой смеси, а позже — в уплотненном слое дорожного полотна.

Адгезия битума с инертными материалами, а особенно в осенний и весенний периоды, когда на покрытии дороги образуется большое количество воды, напрямую влияет на водостойкость асфальта. Слабая связь между каменным и вяжущим материалом способствует проникновению

воды между ними, что приводит к дальнейшему отслаиванию битума от щебня, а следовательно, к постепенному разрушению асфальтобетона.

При контакте минерального материала с битумом молекулы поверхностно-активных веществ ориентируются полярной группой к каменной частице, а к вяжущему – радикалом. Происходит взаимодействие электрических зарядов противоположных знаков, и молекулы ПАВ начинают концентрироваться на межфазной поверхности. Адгезионные добавки являются прочным «мостом» между минералогическим составом материала и битумом (рис. 2).

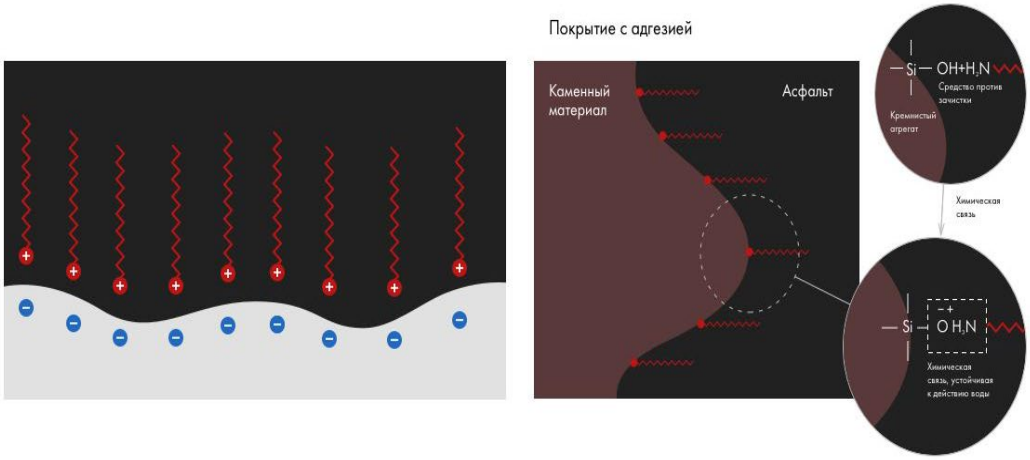


Рис. 2. Принцип действия адгезионной добавки

В зависимости от используемых в производстве асфальтобетонных смесей горных пород, предприятия дорожно-строительной отрасли получают те или иные разновидности адгезионных добавок:

– катионные, в основном используемые при производстве асфальта из кислых горных пород, содержащих более 63 % кремнезема SiO_2;

– анионные, добавляемые в битум при создании асфальта из основных горных пород, содержащих от 45 до 52 % кремнезема SiO_2;

– амфотерные, содержащие анионные и катионные функциональные группы.

Наиболее популярным видом адгезионных добавок являются катионные, основой для которых служат: имидазолины, амидоамины, аминосоединения и их соли, а также различные кислоты. Так, ПАВ может быть продуктом конденсации полиаминов и высших жирных кислот; композицией ненасыщенных и жирных кислот с полиалкилполиаминовыми соединениями а так же соединением растительных фосфатидов, жирных кислот и полиэтиленполиаминов [2, 3].

Адгезионные добавки, меняя физико-химические свойства битума, благоприятно сказываются на сроке службы дорожного полотна.

Асфальтобетон, созданный с ПАВ-присадками, характеризуется улучшенной прочностью, сдвигоустойчивостью, трещиностойкостью, водостойкостью, стойкостью к колееобразованию (рис. 3).



Рис. 3. Асфальтобетонное покрытие с адгезионной добавкой

Благодаря использованию этих добавок, увеличился срок эксплуатации дорожного покрытия.

Плюсы адгезионных добавок очевидны. Они позволяют понизить температуру производства асфальтобетонной смеси, улучшить логистическое плечо доставки готовой продукции, увеличить сцепление вяжущего и минеральных материалов, замедлить старение битума, снизить водонасыщение и улучшить водостойкость асфальтобетона, значительно сократить расходы средств дорожно-строительной организации.

Развитие технологий и экологические требования способствуют созданию новых, более полезных и безопасных адгезионных материалов. Исследования направлены на создание материалов с улучшенными свойствами адгезии, увеличенной эффективностью и сниженной коррозионной активностью.

Список источников

1. ГОСТ Р 58401.18–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения водостойкости и адгезионных свойств. URL: https://matest.ru/uploads/russian-standards/GOSTR58401.18-19.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

2. ГОСТ 12801–98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний (с Изменением № 1). URL: https://ural.rosavtodor.gov.ru/storage/app/uploads/public/-5a3/cc8/f95/5a3cc8f95e37a277368168.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

3. ГОСТ Р 58952.10–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные. Метод определения адгезии с минеральными материалами. URL: https://matest.ru/uploads/russianstandards/-GOSTR58952.10-20.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

Научная статья
УДК 625.7

ПРОБЛЕМЫ АВТОДОРОЖНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Иван Викторович Коробейников[1], Алексей Юрьевич Шаров[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ivan092002@mail.ru
[2] sharovayu@m.usfeu.ru

Аннотация. Анализируется текущее состояние и перспектива развития автомобильной дорожной сети в регионах распространения многолетнемерзлых грунтов России. Рассматриваются геотехнические, климатические проблемы при строительстве.

Ключевые слова: транспортная доступность, деградация вечной мерзлоты, изменение климата

Для цитирования: Коробейников И. В., Шаров А. Ю. Проблемы автодорожной сети в зоне вечной мерзлоты // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 912–916.

Original article

PROBLEMS OF THE ROAD NETWORK IN THE PERMAFROST ZONE

Ivan V. Korobeynikov[1], Alexey Yu. Sharov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ivan092002@mail.ru
[2] sharovayu@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to analyzing the current state and development prospects of the road network in regions underlain by permafrost in Russia. It examines geotechnical and climatic challenges encountered in road construction.

Keywords: transport accessibility, permafrost degradation, climate change

© Коробейников И. В., Шаров А. Ю., 2026

For citation: Korobeynikov I. V., Sharov A. Yu. (2026) Problemy` avtodorozhnoj seti v zone vechnoj merzloty` [Problems of the road network in the permafrost zones]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 912–916. (In Russ).

Развитие дорожной сети в зоне вечной мерзлоты представляет огромный интерес для экономического развития России. Освоение огромных запасов драгоценных металлов, нефти, редкоземельных элементов является условием наращивания экономического и стратегического потенциала. Развиваются отношения с азиатскими соседями, наращивается морской грузопоток.

Автомобильный транспорт остается доминирующим видом грузоперевозок в России (74 % по данным Росстата за 2024 г.). Осуществляя перевозку, автотранспорт играет роль «последней мили», доставляя грузы от логистических центров до населенных пунктов и конечных потребителей. Однако, в отличие от европейской части России, криолитозона характеризуется областями с отсутствием транспортной доступности. Текущее состояние автодорожной сети в зоне распространения вечномерзлых грунтов можно охарактеризовать как недостаточное по плотности. Данные о текущем состоянии сети на территориях с наличием многолетнемерзлых грунтов (ММГ) представлены в таблице.

Протяженность автомобильных дорог общего пользования
в регионах распространения ММГ в 2024 г.
(данные Росстата)

Регион	Протяженность, км		Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, км/1000 км²
	общая	с твердым покрытием	
Мурманская область	3 737,6	3 525,9	24,3
Ямало-Ненецкий автономный округ	3 087,2	2 877,8	3,7
Республика Коми	8 126,0	6 965,6	16,7
Ненецкий автономный округ	431,7	329,3	1,9
Ханты-Мансийский автономный округ	7 500,1	6 272,3	11,7
Республика Бурятия	15 268,1	9 598,0	27,3
Республика Саха (Якутия)	30 955,9	12 788,1	4,1
Камчатский край	2 292,1	2 052,6	4,4
Хабаровский край	11 500,1	10 416,1	13,2

Окончание таблицы

Регион	Протяженность, км		Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, км/1000 км²
	общая	с твердым покрытием	
Амурская область	16 433,8	13 380,4	37,0
Магаданская область	2 625,4	2 520,3	5,4
Чукотский автономный округ	2 286,9	961,2	1,3

Средний показатель плотности по России составляет около 63 км/1000 км², регионы же с распространением вечной мерзлоты имеют плотность в разы ниже. Отсутствие дорог на большей части криолитозоны затрудняет их развитие, а также доставку грузов, важных для жизнедеятельности в регионах.

Строительство автомобильных дорог в этих регионах сталкивается со сложнейшими инженерными проблемами, главной из которых является нестабильность грунта основания. Вечномерзлые грунты способны сильно терять в своей несущей способности в связи с изменением их термического состояния. Основными факторами, влияющими на температурный режим грунта, являются:

- солнечная радиация;
- температура воздуха;
- теплые осадки;
- снеговые отложения;
- влажность и льдонасыщенность грунта;
- рельеф.

Конструкция насыпи и дорожного полотна способствует поглощению тепла через откосы и поверхность покрытия, что приводит к повышению температуры подстилающих грунтов. Рельеф также влияет на тепловой режим: чем больше прямых солнечных лучей попадает на прилегающую территорию, тем больше теплоперенос в грунт основания сооружения. В зимний период насыпь становится местом образования снеговых отложений, выполняющих роль теплоизоляционного слоя, препятствующего охлаждению основания насыпи. В результате оттаивания льдистых включений мерзлые грунты теряют объем и прочностные характеристики, вследствие чего не выдерживают динамических нагрузок транспорта и веса насыпи. Это приводит к их оседанию и уплотнению, проявляющемуся в виде деформаций и просадок дорожного покрытия. Наиболее неблагоприятные условия для строительства характерны для северной подзоны первой дорожно-климатической зоны, где широко распространены жильные и погребенные льды, залегающие близко к поверхности [1]. Их оттаивание сопровождается

развитием термокарстовых явлений, представляющих собой неравномерные просадки насыпи при оттаивании льда и создающих дополнительные риски для устойчивости дорожных сооружений.

На устойчивость линейно-протяженного объекта также влияют и другие геокриологические процессы. Глубокое сезонное промерзание, наличие пучинистых грунтов и повышенная увлажненность территории являются основными условиями появления большого количества деформаций, вызванных морозным пучением.

В весенний период в результате температурных перепадов и растрескивания земляного полотна образуются температурные трещины в покрытии (морозобойное растрескивание) [2].

Кроме того, районы распространения многолетнемерзлых грунтов характеризуются отсутствием местных качественных дорожно-строительных материалов. При строительстве используются привозные материалы, что кратно увеличивает стоимость объекта. Короткий строительный сезон также вносит сложности в производство работ.

Наиболее остро проблема с деградацией вечной мерзлоты встает в условиях изменения климата. Согласно исследованию, общая площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10–12 % к 2030 г., а к 2050 г. – на 15–20 %, при этом ее граница может сместиться к северо-востоку на 150–200 км, а глубина сезонного протаивания увеличиться в среднем на 15–25 % [3]. При потеплении и деградации вечной мерзлоты и при отсутствии мероприятий по адаптации к климатическим изменениям будет нанесен значительный ущерб северной инфраструктуре.

Ранее обозначенные проблемы требуют сочетания неотложных мер и долгосрочной стратегии. Следует обеспечить устойчивость конструкций и снизить стоимость их производства. В настоящее время существуют различные технологии для термостабилизации грунта: теплоизоляционные слои, сезонно-охлаждающие устройства, вентиляционные трубы. При остром дефиците качественных материалов в нижней части насыпи возможно использовать местный грунт способом промораживания [4]. Для уже существующих сооружений следует:

– применять защитные мероприятия в виде солнцеосадкозащитных навесов, каменных набросок;

– внедрять передовые системы мониторинга, позволяющие более точно анализировать и прогнозировать состояние линейных объектов, что в будущем поможет в разработке более точных термических моделей взаимодействия сооружения, мерзлых грунтов и изменения климата.

Немаловажным направлением является развитие новых технологий стабилизации, что позволит сохранять стабильность дорожного сооружения на более долгий срок. Примером может послужить использование возобновляемых источников энергии [5].

Таким образом, развитие автодорожной сети в зоне распространения вечной мерзлоты является стратегически важной задачей освоения ресурсного потенциала региона и обеспечения его транспортной связанностью. Однако реализация инфраструктурных проектов в условиях криолитозоны сопряжена с серьезными геотехническими рисками, обусловленными высокой чувствительностью мерзлых грунтов к техногенным и климатическим воздействиям. Только системный подход к геотехнической защите позволит обеспечить надежную эксплуатацию дорог и снизить колоссальные затраты на их ремонт и содержание.

Список источников

1. Гречнева Г. И., Акимова В. С. Проектирование насыпи земляного полотна в зоне вечной мерзлоты. Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2018. 80 с.

2. Забродина И. П., Капустин В. В. Влияние температурно-влажностного режима на морозобойное растрескивание земляного полотна автомобильных дорог в Южном Забайкалье //Аспирант. Приложение к журналу Вестник Забайкальского государственного университета. 2011. № 1. С. 103–111.

3. Глобальное потепление и состояние вечной мерзлоты в России / А. В. Брушков [и др.] // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2024. № 6. С. 4–11.

4. Чудинов С. А. Проектирование и строительство автомобильных дорог в сложных природных условиях. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 96 с.

5. Permafrost thermal stabilization using renewable energy sources / E. Loktionov [et al.] // 12th International Conference on Permafros. 2024. С. 232–239.

Научная статья
УДК 630.233

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Георгий Олегович Коротаев[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] korotaevg@internet.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены зависимости свойств полимерно-битумных вяжущих от концентрации полимера, и как они повышают качественные характеристики асфальтобетона.

Ключевые слова: ПБВ, характеристики, улучшение качества

Для цитирования: Коротаев Г. О., Чудинов С. А. Использование полимерно-битумных вяжущих для повышения качества асфальтобетона // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 917−921.

Original article

USE OF POLYMER-BITUMEN BINDERS TO IMPROVE ASPHALT CONCRETE QUALITY

Georgy O. Korotaev[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] korotaevg@internet.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the dependence of the properties of polymer-bitumen binders on the polymer concentration and how they improve the quality characteristics of asphalt concrete.

Keywords: PBB, characteristics, quality improvement

For citation: Korotaev G. O., Chudinov S. A. (2026) Ispol`zovanie polimerno bitumny`x vyazhushhix dlya povy`sheniya kachestva asfal`tobetona [Use of polymer-bitumen binders to improve asphalt concrete quality]. Nauchnoe

© Коротаев Г. О., Чудинов С. А., 2026

tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 917–921. (In Russ).

Вяжущие органические вещества – один из важных материалов в сфере дорожного строительства [1]. От качества данных материалов зависят физико-механические параметры асфальтобетонной смеси и ее эксплуатация в течение времени.

Асфальтобетонное покрытие разрушается чаще всего из-за плохого качества битумов. Для того чтобы решить эту проблему, нужно модифицировать структуру и свойства вяжущих материалов для асфальтобетонной смеси. В России есть организации (СОЮЗДОРНИИ, РОСДОРНИИ, МАДИ), а также ученые из других стран, которые поднимают тему перехода на использование ПБВ. На рис. 1 наглядно показано изменение ПБВ от добавления полимера в том или ином количестве.

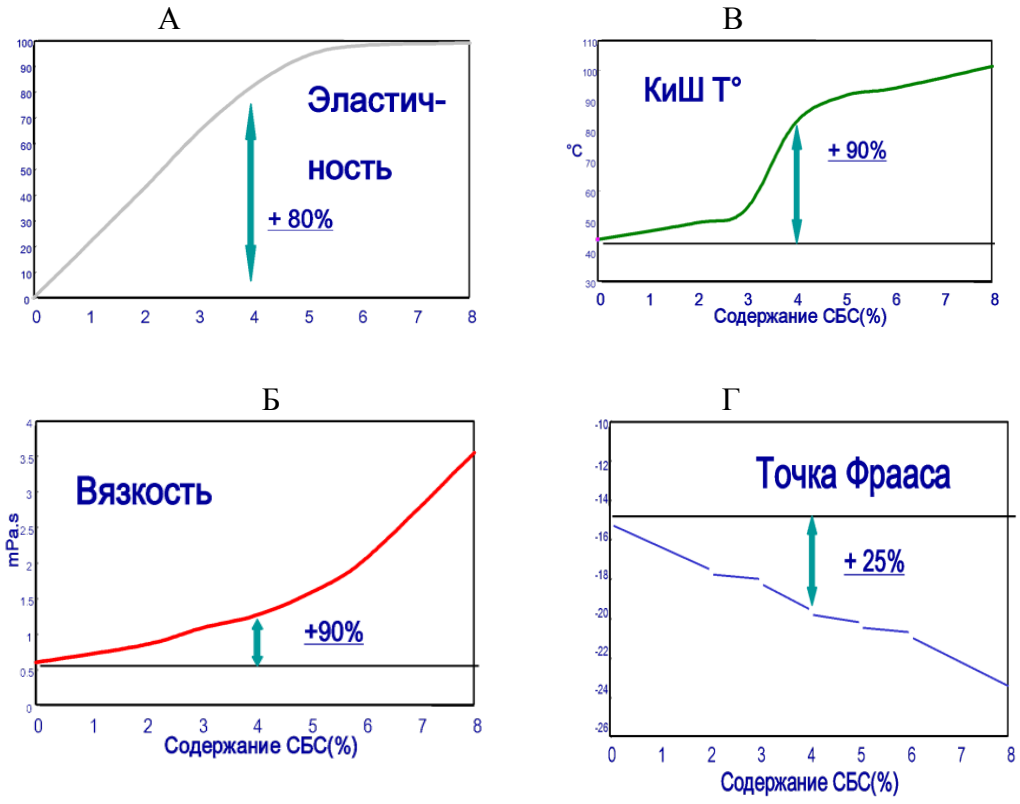


Рис. 1. Преобразование ПБВ от влияния полимера :
А – эластичность; Б – вязкость; В – температура размягчения;
Г – температура хрупкости

Главная цель модифицировании битума путем добавления полимера – снижение зависимости битума от температуры. Вяжущее в летнее время увеличивает жесткость, а в холодное остается пластичным. Помимо этого, может приобрести эластичность – эта характеристика позволяет принять первоначальную форму и объем после различных изменений и деформации. После достижения данных целей можно получить материал, который будет противодействовать образованию колейности летом, после перепада температур зимой, обладать повышенным противодействием усталостным трещинам при продолжительных нагрузках [2].

Характеристики улучшенного вяжущего компонента асфальтобетона определяют свойства полимера. Среди термопластичных полимеров, используемых для улучшения вяжущего, пластомеры и эластомеры.

Самым популярным является СБС при помощи основы на ДСТ. В нем полистирол образует стеклообразные сферы, химически связанные с эластомерной матрицей из полибутадиена. В итоге получаем прочную сетчатую структуру.

Для более подробного представления старения битума в асфальтобетоне толщина битумной пленки в проведенном эксперименте должна быть близка к нынешней толщине пленки на минеральном зерне.

Модель старения вяжущего, благодаря использованию ITROSKAN [3] изучило ЗАО «НОМБУС» (г. Омск). В изучении участвовала марка вязкого битума БНД 60/90, произведенного Омским НПЗ (ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ – ОНПЗ»). Изучалось изменение его состава в пленке (50 мкм) при температурах 100, 120, 140 и 160 °С. Динамика этих изменений представлена на рис. 2.

Итоги испытаний показывают, что обычные битумы, сделанные на НПЗ с использованием окисления, могут стареть при повышении температуры.

При полученных итогах можно заключить, что для препятствия процессу окисления и сохранения свойств битума в использовании в ходе эксплуатации необходимы другие материалы, такие как пластификаторы и полимеры.

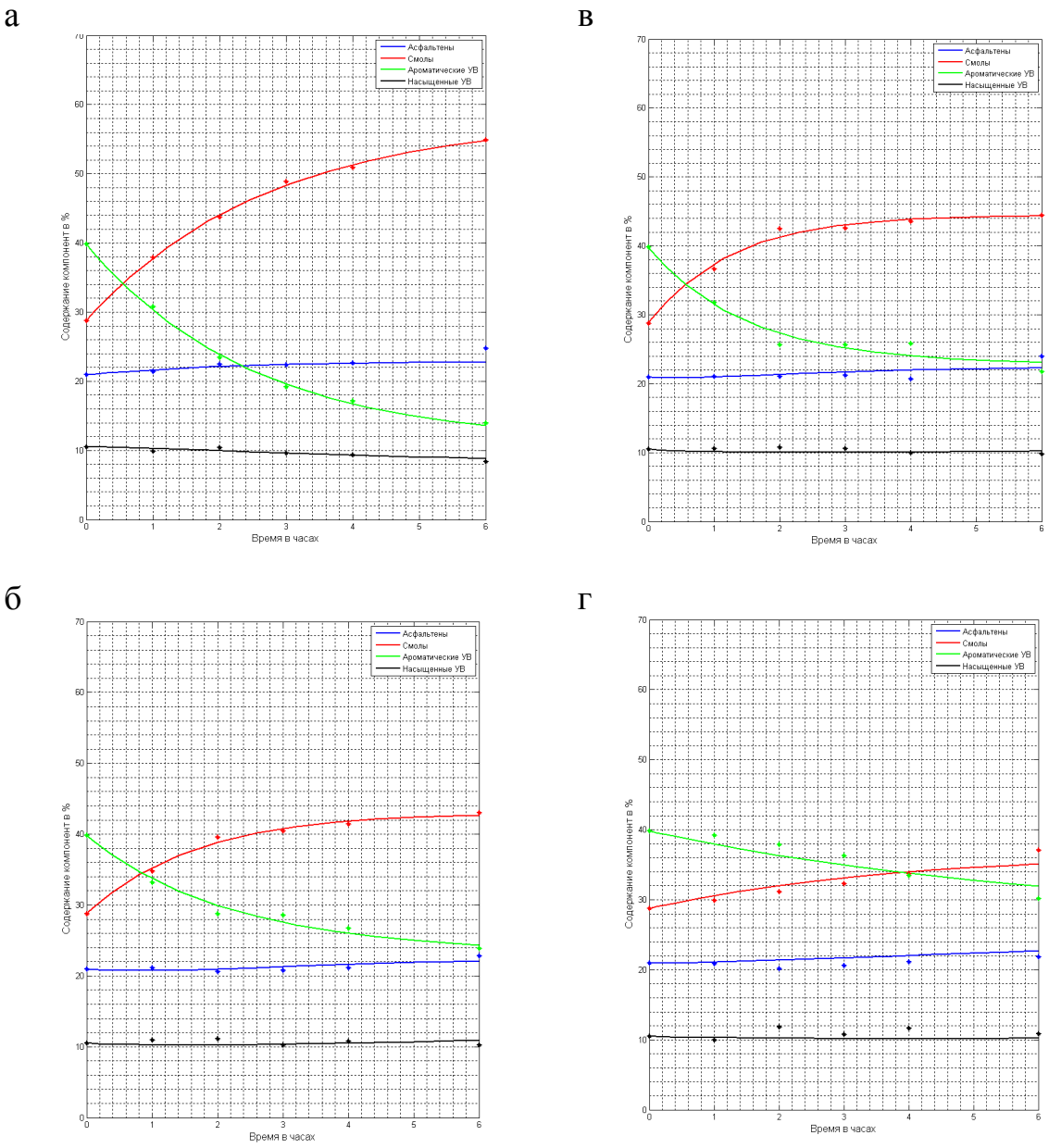


Рис. 2. Трансформация состава вяжущего марки БНД 60/90 в пленке (50 мкм): а) 160 °С, б) 120 °С, в)140 °С, г) 100 °С (экспериментальные данные)

При улучшении вяжущего полимер требует дальнейшего изучения. В частности, присутствует вопрос роли времени в процессе строения полимерной сети. Вполне возможно, что эта сеть строится в течение времени, и структура ПБВ продолжает строится даже после интенсивного перемещения, пока оно находится в рабочей емкости. Такие факты требуют дополнительного исследования в области получения улучшенных битумов.

Список источников

1. Агейкин В. Н., Свинтицких Л. Е., Кошкаров Е. В. Эксплуатационная надежность асфальтобетонных покрытий в сложных природно-климатических условиях. СПб. : Стройиздат, 2003. 160 с.

2. Быстров Н. В. Повышение эффективности применения модифицированных битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 1997. № 2. С. 4–5.

3. Скрипкин А. Д. Разработка и внедрение систем транспортировки, хранения и подготовки битума в дорожном хозяйстве : дисс. … канд. техн наук / Скрипкин Александр Дмитриевич. Екатеринбург, 2009. 26 с.

Научная статья
УДК 630.233

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАТВЕРДЕВШИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Максим Андреевич Мезенцев[1], Алексей Юрьевич Шаров[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] Miezientsiev2013@mail.ru
[2] shaiu1972@mail.ru

Аннотация. Рассматривается влияние различных типов дорожных покрытий (асфальт, бетон, щебень) на состояние придорожных лесных насаждений. Оцениваются изменения в почвенном покрове, видовом составе растительности и физиологическом состоянии деревьев в зависимости от близости к дороге и типа покрытия.

***Ключевые слова*:** дорожные покрытия, лесные насаждения, экологическое воздействие, придорожные зоны, урбанизированные ландшафты

***Для цитирования*:** Мезенцев М. А., Шаров А. Ю. Оценка влияния затвердевших дорожных покрытий на состояние придорожных лесных насаждений // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 922–926.

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF HARDENED ROAD SURFACES ON THE CONDITION OF ROADSIDE FOREST PLANTATIONS

Maxim A. Mezentsev[1], Alexey Yu. Sharov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] Miezientsiev2013@mail.ru
[2] shaiu1972@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of various types of road surfaces (asphalt, concrete, rubble) on the condition of roadside forest plantations. Changes in the soil cover, species composition of vegetation, and the physiological condition of trees are assessed depending on the proximity to the road and the type of surface.

© Мезенцев М. А., Шаров А. Ю., 2026

Keywords: road surfaces, forest plantations, environmental impact, roadside zones, urbanized landscapes

For citation: Mezentsev M. A., Sharov A. Yu. (2026) Ocenka vliyaniya zatverdevshix dorozhny`x pokry`tij na sostoyanie pridorozhny`x lesny`x nasazhdenij [Assessment of the impact of hardened road surfaces on the condition of roadside forest plantations]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 922–926. (In Russ).

Строительство и эксплуатация автомобильных дорог оказывает значительное влияние на окружающую среду, особенно на прилегающие лесные экосистемы. Загрязнение воздуха выхлопными газами, химическое воздействие противогололедных реагентов, изменение гидрологического режима и физическое повреждение растительности – лишь некоторые из факторов, негативно сказывающихся на состоянии придорожных лесов [1]. Особую роль в этом процессе играют материалы, используемые для строительства дорожных покрытий.

Различные типы дорожных покрытий (асфальт, бетон и щебень) обладают разными физическими и химическими свойствами, что обуславливает их различное воздействие на окружающую среду. Асфальтобетонные покрытия, например, характеризуются высоким содержанием битума, который может выделять токсичные вещества в окружающую среду при нагревании. Бетонные покрытия, в свою очередь, могут изменять pH почвы, оказывая негативное воздействие на корневую систему деревьев. Щебеночные дороги, хотя и менее токсичны, могут приводить к пылеобразованию и загрязнению растительности частицами грунта [2].

В связи с этим оценка влияния различных типов дорожных покрытий на состояние придорожных лесных насаждений является актуальной задачей, решение которой позволит разработать эффективные меры снижения негативного воздействия дорог на лесные экосистемы и оптимизировать выбор материалов для дорожного строительства с учетом экологических требований.

Целью данного исследования является оценка влияния различных типов дорожных покрытий (асфальт, бетон, щебень) на состояние придорожных лесных насаждений.

Исследование проводилось в придорожной зоне автомобильных дорог Свердловской области с различными типами покрытий: асфальтобетонным, цементобетонным и щебеночным. Были выбраны участки, где придорожные лесные насаждения представлены сосновыми и березовыми лесами. На каждом участке было заложено по три трансекты, перпендикулярных дороге, на расстоянии 5, 10 и 20 метров от края проезжей части.

На каждой трансекте проводились следующие измерения и отборы проб:

– отбор проб почвы для определения pH, содержания тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, цинк) и концентрации нефтепродуктов. Анализ почвенных образцов проводился в аккредитованной лаборатории;

– геоботаническое описание растительности с определением видового состава и проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса;

– оценка физиологического состояния деревьев: измерение содержания хлорофилла в хвое и листьях с помощью портативного хлорофиллометра CCM-200 plus, определение интенсивности фотосинтеза с использованием портативной системы LI-6400XT и визуальная оценка степени повреждения хвои и листьев.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета Statistica 10.0. Для оценки достоверности различий между группами применялся дисперсионный анализ ANOVA и t-критерий Стьюдента.

Результаты анализа почвенных образцов показали, что тип дорожного покрытия оказывает существенное влияние на химический состав почвы в придорожных зонах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ в почве в зависимости от типа дорожного покрытия (мг/кг)

Загрязняющее вещество	Асфальтобетонное покрытие	Цементобетонное покрытие	Щебеночное покрытие	ПДК
Свинец (Pb)	12,5 ± 2,1	9,8 ± 1,5	6,2 ± 1,0	32
Кадмий (Cd)	0,45 ± 0,08	0,32 ± 0,05	0,21 ± 0,03	2
Медь (Cu)	8,7 ± 1,4	6,5 ± 1,1	4,3 ± 0,7	55
Цинк (Zn)	35,2 ± 5,8	27,1 ± 4,5	18,5 ± 3,1	100
Нефтепродукты	55,1 ± 9,2	32,8 ± 5,5	15,7 ± 2,6	100

В почве, вблизи дорог с асфальтобетонным покрытием, отмечается наибольшее содержание свинца, кадмия, меди, цинка и нефтепродуктов. Концентрация этих веществ снижается по мере удаления от дороги. В почве вблизи дорог с цементобетонным покрытием содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов ниже, чем в случае асфальтобетонного покрытия, но выше, чем вблизи щебеночных дорог. Щебеночные дороги характеризуются наименьшим загрязнением почвы тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Также было выявлено, что pH почвы вблизи дорог с цементобетонным покрытием имеет более щелочную реакцию (pH 7,5–8,0), чем вблизи дорог с асфальтобетонным и щебеночным покрытием (pH 6,0–6,5).

Исследование физиологического состояния деревьев показало, что тип дорожного покрытия оказывает влияние на содержание хлорофилла, интенсивность фотосинтеза и степень повреждения хвои и листьев (табл. 2).

Таблица 2

Физиологическое состояние деревьев в зависимости от типа дорожного покрытия

Показатель	Асфальтобетонное покрытие	Цементобетонное покрытие	Щебеночное покрытие
Содержание хлорофилла (мг/г)	1,25 ± 0,21	1,48 ± 0,25	1,72 ± 0,29
Интенсивность фотосинтеза (мкмоль CO2/м²/с)	8,5 ± 1,4	9,8 ± 1,6	11,2 ± 1,9
Степень повреждения (%)	25,3 ± 4,2	18,7 ± 3,1	12,1 ± 2,0

У деревьев, растущих вблизи дорог с асфальтобетонным покрытием, отмечается наименьшее содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза, а также наибольшая степень повреждения хвои и листьев. У деревьев, растущих вблизи дорог с цементобетонным покрытием, физиологические показатели несколько выше, чем у деревьев вблизи асфальтобетонных дорог, но ниже, чем у деревьев вблизи щебеночных дорог. Деревья, растущие вблизи щебеночных дорог, характеризуются наибольшим содержанием хлорофилла и интенсивностью фотосинтеза, а также наименьшей степенью повреждения.

Полученные результаты показывают, что тип дорожного покрытия оказывает существенное влияние на состояние придорожных лесных насаждений. Наибольшее негативное воздействие оказывают асфальтобетонные покрытия, которые загрязняют почву тяжелыми металлами и нефтепродуктами, снижают видовое разнообразие растительности и ухудшают физиологическое состояние деревьев. Цементобетонные покрытия оказывают менее выраженное негативное воздействие, однако приводят к ощелачиванию почвы, что также может негативно сказываться на росте и развитии растений. Щебеночные дороги оказывают наименьшее негативное воздействие на окружающую среду, однако могут приводить к пылеобразованию и загрязнению растительности частицами грунта [3].

Полученные результаты согласуются с данными других исследований, которые также отмечают негативное влияние дорог на состояние придорожных экосистем [4, 5]. В частности, показано, что загрязнение почвы тяжелыми металлами и нефтепродуктами приводит к снижению активности почвенных микроорганизмов, нарушению биогеохимических циклов и снижению плодородия почвы [6]. Изменение видового состава растительности в придорожных зонах связано с загрязнением воздуха и почвы, а также с изменением светового режима и гидрологических условий [7]. Ухудшение физиологического состояния деревьев связано с воздействием загрязняющих веществ на фотосинтетический аппарат и дыхательную систему растений [8].

На основе полученных результатов разработаны следующие рекомендации по снижению негативного воздействия дорог на лесные экосистемы:

1. При проектировании и строительстве автомобильных дорог следует отдавать предпочтение материалам, оказывающим наименьшее негативное воздействие на окружающую среду. В частности, рекомендуется использовать щебеночные покрытия вместо асфальтобетонных в тех случаях, когда это возможно с учетом интенсивности движения и других факторов.

2. При строительстве дорог с цементобетонным покрытием следует предусматривать мероприятия по нейтрализации щелочного воздействия бетона на почву, например, путем внесения кислых мелиорантов.

3. В придорожных зонах следует создавать защитные лесополосы, состоящие из устойчивых к загрязнению видов деревьев и кустарников. Лесополосы будут выполнять роль буфера, задерживающего загрязняющие вещества и снижающего их воздействие на лесные экосистемы.

Последующие исследования будут направлены на разработку и внедрение современных технологий дорожного строительства, что минимально влияет на окружающую среду.

Список источников

1. Экспресс-оценка эффективности режимов сушки древесины твердолиственных пород / А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина, А. С. Агафонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2. С. 91–96.

2. Семенцов А. Ю. Резьба по дереву. Минск : Букмастер, 2015. 672 с.

3. Поручение Президента Российской Федерации по итогам совещания о развитии и декриминализации лесного комплекса от 6.11.2020 г. // Гарант : [сайт]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/ prime/doc/74777897/ (дата обращения: 20.11.2025).

4. Forman R. T. T., Alexander L. E. Roads and their major ecological effects // Annual review of ecology and systematics. 1998. № 29 (1). P. 207–231.

5. Coffin A. W. From roadkill to roadmap: a literature review on road ecology // Urban Ecosystems. 2007. № 10(4). P. 391–415.

6. Effects of urbanization on nutrient biogeochemistry of small streams in the humid temperate zone / J. B. Jr. Jones, R. M. Holmes, S. G. Fisher [et al.] // Ecosystems. 2001. № 4(6). P. 466–477.

7. Trombulak S. C., Frissell C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities // Conservation biology. 2001. № 14 (1). P. 18–30.

8. Nowak D. J., Crane D. E., Stevens J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States // Environmental Pollution. 2006. № 140 (3). P. 394–405.

Научная статья
УДК 004.932:625.8

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Никита Юрьевич Мокрушин[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mokrushinnikita621@mail.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Описывается методика создания аннотированного датасета для автоматизации мониторинга дорожного покрытия. Этапы включают сбор видеоданных, выделение кадров и их семантическую разметку в CVAT. Результатом является датасет в формате YOLO, готовый для обучения нейросетей для обнаружения дефектов.

Ключевые слова: компьютерное зрение, датасет, дефекты дорожного покрытия

Для цитирования: Мокрушин Н. Ю., Чудинов С. А. Разработка методики формирования датасета для детекции дефектов дорожного покрытия с использованием компьютерного зрения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 927–931.

Original article

DEVELOPMENT OF A DATASET CREATION METHODOLOGY FOR ROAD SURFACE DEFECT DETECTION USING COMPUTER VISION

Nikita Yu. Mokrushin[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mokrushinnikita621@mail.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. This article describes a methodology for creating an annotated dataset for automated road surface monitoring. The steps include collecting video data, extracting frames, and semantically annotating them using CVAT. The result is a dataset in YOLO format, ready for training neural networks for defect detection.

© Мокрушин Н. Ю., Чудинов С. А., 2026

Keywords: computer vision, dataset, road surface defects
For citation: Mokrushin N. Yu., Chudinov S. A. (2026) Razrabotka metodiki formirovaniya dataseta dlya detekcii defektov dorozhnogo pokry`tiya s ispol`zovaniem komp`yuternogo zreniya [Development of a dataset creation methodology for road surface defect detection using computer vision]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 927–931. (In Russ).

Состояние дорожного покрытия представляет собой критически важный фактор, непосредственно влияющий на безопасность дорожного движения, комфорт вождения и эксплуатационные расходы транспортных средств. Согласно требованиям ГОСТ Р 50597–2017 [1], автомобильные дороги должны соответствовать установленным параметрам эксплуатационного состояния. Существующие традиционные методы инспекции, основанные на визуальном осмотре, демонстрируют очевидные ограничения – высокую трудоемкость, субъективность оценок и недостаточную эффективность при масштабном применении.

Для успешного обучения моделей компьютерного зрения необходим качественный датасет. В данном исследовании разрабатывается методика его создания в соответствии с классификацией дефектов ГОСТ Р 52748–2007 [2].

Исследование началось с определения целевых классов дефектов для детекции. В фокус работы вошли наиболее распространенные и критичные типы повреждений асфальтобетонного покрытия: продольные и поперечные трещины, локальные выбоины и ямы различной конфигурации, продольная колейность в полосе наката, а также сетка трещин.

Техническая реализация сбора данных обеспечивалась использованием автомобильного видеорегистратора с разрешением 2К (2304×1296 пикселей) и частотой съемки 30 кадров в секунду. Широкоугольная оптика с углом обзора 140° позволила охватывать значительные участки проезжей части. Особое внимание было уделено обеспечению репрезентативности собираемого материала – съемка проводилась в различных погодных условиях и в разное время суток, что соответствует рекомендациям по созданию датасетов для компьютерного зрения [3].

На этапе предобработки видеоматериалы преобразовывались в последовательности отдельных изображений. Данная операция была выполнена в программе Adobe After Effects с использованием функции «Секвенция кадров». Данный тип рендеринга позволяет сохранить каждый кадр видео в виде отдельного изображения (в формате JPEG) с последовательной нумерацией имен файлов. Процесс включал загрузку видео, создание композиции, добавление в очередь рендеринга и настройку модуля вывода на максимальное качество.

После экстракции кадров выполнялся их тщательный ручной анализ и фильтрация. Для формирования финального датасета отбирались изображения двух категорий: с выраженными дефектами дорожного покрытия и без повреждений.

Для аннотирования данных применялась веб-платформа с открытым исходным кодом CVAT [4]. Использовался тип аннотации «Сегментация экземпляров» с применением инструмента «Полигон», что обеспечивает точное выделение контуров дефектов произвольной формы (рис. 1).

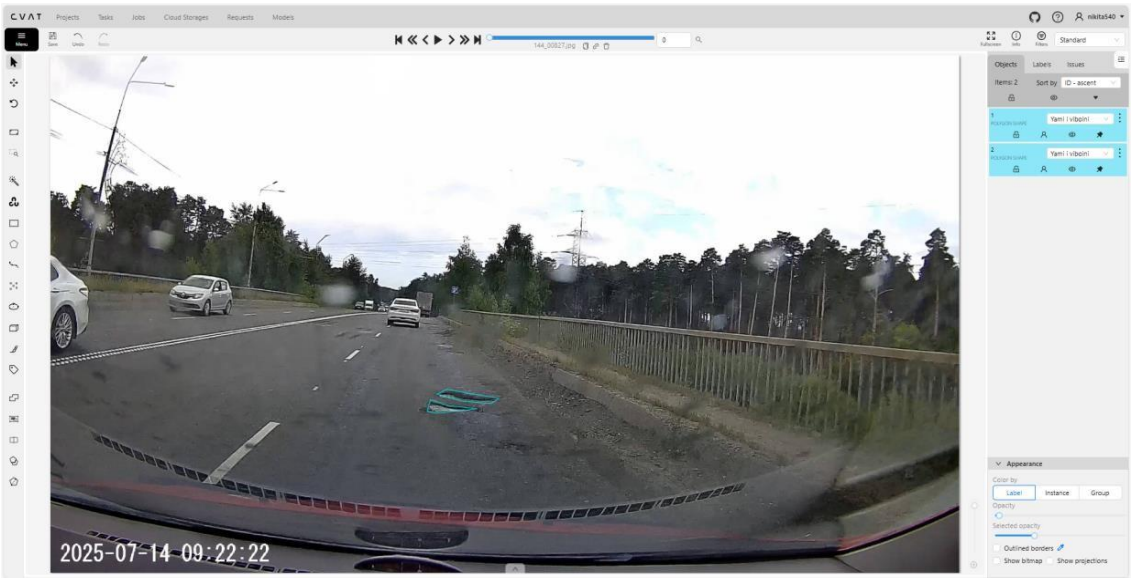


Рис. 1. Размеченное изображение в CVAT

Процесс разметки включал создание проекта с метками, формирование задач с загрузкой изображений и экспорт данных в формате YOLO 1.1.

Перед началом обучения была проведена комплексная подготовительная диагностика вычислительной среды. Для обеспечения стабильной работы на графическом процессоре RTX 3050 с объемом памяти 4 ГБ разработан специализированный скрипт оптимизации, включающий проверку доступности CUDA (Compute Unified Device Architecture – параллельная вычислительная архитектура для ускорения работы на GPU), мониторинг использования видеопамяти и настройку гиперпараметров для задач сегментации. Валидация датасета подтвердила корректность структуры разметки в формате YOLO и наличие файлов масок для всех изображений. На этапе предварительного тестирования использовалась модель YOLO11n-seg с оптимизированными параметрами: размер пакета (batch size) = 4, разрешение изображений 512×512 пикселей, mixed precision (AMP) для эффективного использования памяти. Пятиэпохальное обучение в тестовом режиме показало стабильную работу pipeline: потребление памяти не превышало 0,59 ГБ из 4,0 ГБ доступных, что подтвердило корректность выбранной методологии и возможность масштабирования процесса на большее количество эпох.

Для обучения моделей сегментации была разработана комплексная методика на основе фреймворка YOLO. Обучение проводилось на графическом процессоре RTX 3050 с использованием предобученных весов yolo11n-seg.pt. В ходе оптимизации гиперпараметров была применена стратегия увеличения количества эпох до 100 с использованием косинусного планирования скорости обучения (cosine LR scheduler) и mixed precision training (AMP). Для улучшения обобщающей способности модели использовался расширенный набор аугментаций данных, включающий мозаику, изменение цветовых характеристик HSV (Цветовая модель: Hue – тон, Saturation – насыщенность, Value – значение), случайные повороты и отражения. Валидация модели показала значительное улучшение метрик по сравнению с первоначальным обучением: mAP50 увеличился с 0,156 до 0,347, а полнота (recall) выросла с 0,123 до 0,281. Наилучшие результаты продемонстрировал класс «Колейность» (mAP50 = 0,54), тогда как детекция сетки трещин и продольных трещин требует дополнительного расширения датасета (таблица).

Результаты обучения модели сегментации

Класс дефекта	Точность (Precision)	Полнота (Recall)	Map@50	Map@50:95	Количество экземпляров (Val)
Все классы (среднее)	0,421	0,281	0,347	0,152	584
Колейность	0,581	0,492	0,540	0,241	145
Выбоина	0,455	0,321	0,385	0,178	187
Поперечная трещина	0,392	0,234	0,301	0,125	126
Продольная трещина	0,298	0,118	0,187	0,064	78
Сетка трещин	0,359	0,141	0,222	0,102	48

Примечание. Точность (Precision): показывает, насколько модель «была права», когда находила объект. Полнота (Recall): показывает, какую долю реальных дефектов модель смогла обнаружить. mAP (mean Average Precision): сводная метка, объединяющая точность и полноту. mAP@50 – это средняя точность по всем классам при пороге пересечения с реальным объектом (IoU) ≥ 50 %. mAP@50:95 – это усредненное значение mAP при различных порогах IoU от 50 до 95 % с шагом 5 %, что является более строгой метрикой.

На изображение наложены маски обнаруженных дефектов с соответствующими метками классов и значением вероятности (confidence score).

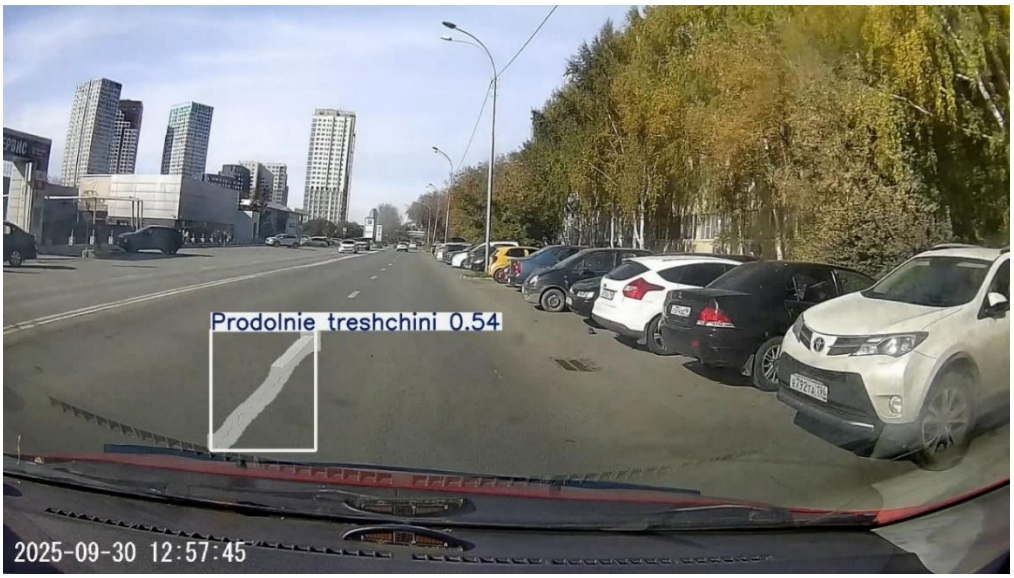


Рис. 2. Визуализация результата работы обученной модели сегментации

Разработанная методология демонстрирует ключевые преимущества: системность, репрезентативность и высокая точность аннотаций. Созданный датасет представляет собой ценный ресурс для разработки систем автоматического мониторинга дорожной инфраструктуры и может быть использован для обучения современных архитектур нейронных сетей [5].

Список источников

1. ГОСТ Р 50597–2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Введ. 2018–06–01. М. : Стандартинформ, 2017. 25 с.

2. ГОСТ Р 52748–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативы допустимых дефектов и повреждений. Введ. 2008–01–01. М. : Стандартинформ, 2007. 15 с.

3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : The MIT Press, 2016. 800 p.

4. Computer Vision Annotation Tool (CVAT) [Электронный ресурс] URL: https://www.cvat.ai/documentation (дата обращения: 15.10.2025).

5. Mask R-CNN / K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, R. Girshick // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). Venice, Italy, 2017. P. 2961–2969.

Научная статья
УДК 624.138

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТО-АКТИВНЫХ ДОБАВОК

Алексей Вячеславович Моцный[1], Армен Варданович Хачатрян[2], Сергей Александрович Чудинов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] motsnyj31@gmail.com
[2] Armen.khach60@yandex.ru
[3] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. В строительстве дорог в зонах с неблагоприятными грунтово-геологическими условиями, для применения местного грунта в рабочем слое дорожной одежды требуется использование технологии его укрепления. Использование поверхностно-активных добавок позволит повысить эффективность укрепления.

Ключевые слова: автомобильная дорога, укрепление грунтов, поверхностно-активные добавки, полифилизаторы

Для цитирования: Моцный А. В, Хачатрян А. В., Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов в дорожном строительстве с использованием поверхносто-активных добавок // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 932−937.

© Моцный А. В, Хачатрян А. В., Чудинов С. А., 2026

Original article

INCREASING THE EFFICIENCY OF SOIL STABILIZATION IN ROAD CONSTRUCTION USING SURFACE-ACTIVE ADDITIVES

Alexey V. Motsnyy[1], Armen V. Khachatryan [2], Sergey A. Chudinov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] motsnyj31@gmail.com
[2] Armen.khach60@yandex.ru
[3] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. In the road construction in areas with unfavorable soil and geological conditions, the use of stabilization technology in the local soil in the working layer of the road surface is required. The use of surface-active additives will increase the effectiveness of soil stabilization.

Keywords: highway, soil stabilization, surface-active additives, poliphilizers
For citation: Motsnyy A. V., Khachatryan A. V., Chudinov S. A. (2026) Povy`shenie e`ffektivnosti ukrepleniya gruntov v dorozhnom stroitel`stve s ispol`zovaniem poverxnosto-aktivny`x dobavok [Increasing the efficiency of soil stabilization in road construction using surface-active additives]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 932–937. (In Russ).

Строительство прочных и экономически эффективных автомобильных дорог является одной из ключевых задач развития инфраструктуры. Особую сложность представляет обеспечение надежности рабочего слоя земляного полотна в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, например в лесной зоне. Традиционные методы часто требуют значительных затрат на транспортировку качественных каменных материалов и объемные земляные работы [1].

Выходом из этой ситуации является технология укрепления (стабилизации) грунтов с использованием химических добавок. Среди них особое место занимают поверхностно-активные вещества (ПАВ) и на их основе – полифилизаторы, которые улучшают свойства местных грунтов, делая их пригодными для использования в конструктивных слоях дорожной одежды.

В зависимости от поставленных задач и требуемых характеристик, грунты, обработанные добавками, подразделяются на три типа [2]:

1) стабилизированные грунты. Получаются при введении в грунт малых доз активных добавок, не являющихся вяжущими. Основная цель – улучшение водно-физических свойств: гидрофобизация (снижение водонасыщения), уменьшение морозного пучения и оптимизация влажности;

2) комплексно-стабилизированные грунты. Для их создания, помимо стабилизаторов, вводятся органические или минеральные вяжущие (до 2 % от массы грунта). Это позволяет не только улучшить водно-физические, но и повысить прочностные характеристики грунтов;

3) комплексно укрепленные грунты. Содержат активные добавки и более 2 % вяжущих. В результате достигается высокий уровень морозостойкости, трещиностойкости и прочности при изгибе.

Выбор конкретного стабилизатора зависит от химической совместимости с грунтом, который характеризуется содержанием глинистых, песчаных, гумусовых частиц, числом пластичности и показателем pH. По своим гидрофильным свойствам стабилизаторы делятся на:

– анионные (АПАВ) – образуют отрицательно заряженные ионы. Чувствительны к жесткости воды;

– катионные (КПАВ) – образуют положительно заряженные ионы. Эффективны для работы с отрицательно заряженными частицами глины. Обладают биоцидными свойствами;

– универсальные (неионогенные) – образуют и катионы, и анионы, сохраняя нейтральный заряд системы. Стабильны в широком диапазоне температур и pH, что делает их наиболее гибкими в применении.

Одними из наиболее эффективных стабилизаторов являются грунтовые стабилизирующие полифилизаторы – многокомпонентные добавки на основе активных полимеров. Наиболее эффективными являются:

1) ПГСЖ 1 (жидкий). Универсальная добавка на основе «Консолид 444». Применяется для песчаных, глинистых и суглинистых грунтов, повышая их прочность и водонепроницаемость;

2) ПГСБ 2 (битумосодержащий). Создан на основе «Консервекс». Специализирован для глинистых грунтов, повышает несущую способность, снижает пластичность и улучшает дренаж;

3) ПГСП 3 (порошковый). Производится из «Солидрай». Эффективен для песчаных и супесчаных грунтов, увеличивает прочность, устойчивость к высокой температуре и влажности;

4) ПГСЭ 4 (эмульсионный). Сложный многокомпонентный состав. Обладает высокой ионной активностью, направленной на пылевато-глинистые частицы. Значительно повышает прочность, несущую способность, водостойкость, одновременно снижая набухание и капиллярный подъем. Его отличительная черта – проявление свойств после уплотнения катками, что позволяет заранее готовить смесь. Экономичен, благодаря высокой концентрации (расход ~1 % массы грунта) [3].

Сравнительный анализ прочностных характеристик различных модификаторов, представленных в таблице, показывает, что каждый из них имеет свою нишу применения. Например, «АКРОПОЛ» демонстрирует выдающуюся прочность на сжатие (28,1 МПа) и подходит для тяжелых глин, а «Дорзин» обладает широким диапазоном модуля упругости (180–1000 МПа) и работает с песками, суглинками и щебнем.

Прочностные характеристики модификаторов, применяемых при стабилизации и укреплении грунта

Марка модификатора	Предел прочности на сжатие, МПа, при 20 °С, не менее	Предел прочности на растяжение при изгибе, Мпа, не менее	Модуль упругости, МПа, при 20 °С, не менее	Требования к грунтам
ANT	1,5–4,0	0,7–1,2	400–800	Естественные, осадочные, несцементированные, крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты, песчано-гравийные, песчано-щебеночные смеси и пески
NanoOSTAB	–	1,2–5,2	200–650	Природные дисперсные (супесчанистые, песчаные, крупнообломочные); Техногенные (суглинки и глины с числом пластичности не более 22, асфальтогранулят)
NovoCrete	–	1,0–5,0	300–550	
POLYBOND	1,0–10,0	0,2–2,0	600	
Материалы на основе полиуретана	–	1,0–0,99	250–420	Щебень различных фракций
Дорзин (Roadzyme)	1,0–7,5	0,25–1,5	180–1000	Песок, суглинок, супесь, глины с ограничениями по числу пластичности не более 22 Щебень различных фракций
«ПГСЭ–4»	0,5–1,0	–	200–500	Суглинок легкий пылеватый, супесь песчанистая, песок пылеватый
Полистаб	1,0–10,0	0,2–,0	600	
«Чимстон»	1,0–10,0	0,2–2,0	–	Грунты с числом пластичности до 17
Статус-3	1,0–10,0	0,25–200	450	Суглинок, супесь, песок, глина
ПАРАГОН М10+50, LBS	–	–	180	Гравий, галька, песок, супесь, глина, суглинок
Стабилар 95	4,0	2,0	300	
АКРОПОЛ	28,1	4,9	1000	Все виды грунтов, включая тяжелые глины
ДорЦем ДС-1	2,0–10,0	–	350–800	Супесь, суглинок, глина, песок, ПГС, содержащие органические примеси до 15 %

Использование полифилизаторов и других ПАВ в дорожном строительстве дает комплекс значительных преимуществ:

1) снижение стоимости строительства. Экономический эффект оценивается в 15–25 % за счет сокращения объемов земляных работ, уменьшения толщины конструктивных слоев и использования местных ресурсов;

2) сокращение сроков строительства. Простота технологии приготовления и укладки грунта, а также возможность открывать движение после уплотнения ускоряют темпы работ;

3) повышение качества дорожной конструкции. Укрепленные грунты обладают повышенной прочностью, модулем упругости, несущей способностью и водонепроницаемости;

4) долговечность. Увеличивается межремонтный срок службы дороги, благодаря устойчивости к замораживанию-оттаиванию, воздействию воды и транспортным нагрузкам;

5) минимизация воздействия на окружающую среду. Современные полифилизаторы, как правило, не содержат вредных химических веществ, что делает технологию экологически безопасной.

Применение поверхностно-активных добавок, и в частности, современных полифилизаторов, представляет собой передовую и высокоэффективную технологию в дорожном строительстве. Она позволяет трансформировать слабые местные грунты в надежный конструкционный материал, отвечающий строгим нормативным требованиям [4].

Ключевыми факторами успеха являются правильный подбор типа стабилизаторов или их комбинации в зависимости от свойств исходного грунта и поставленных инженерных задач [5].

Внедрение данной технологии не только повышает технический уровень строительства, но и приводит к значительной экономии средств, сокращению сроков возведения объектов и уменьшению воздействия на окружающую среду.

Список источников

1. Чудинов С. А. Фиброцементогрунт в устройстве дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2024. № 2(398). С. 118–127. DOI : 10.37482/0536-1036-2024-2-118-127

2. Чудинов С. А. Структурные прочностные характеристики фиброцементогрунта в дорожной одежде лесовозных автомобильных дорог Свердловской области // Лесотехнический журнал. 2024. Т. 14, № 1(53). С. 116–133. DOI :10.34220/issn.2222-7962/2024.1/7

3. Чудинов С. А. Исследование набора прочности фиброцементогрунта в дорожной одежде лесовозной автомобильной дороги // Resources and Technology. 2024. Т. 21, № 2. С. 1–14. DOI : 10.15393/j2.art.2024.7443

4. Чудинов С. А. Регенерация цементогрунтовых слоев конструкций рекультивируемых лесовозных автомобильных дорог // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 2 (62). С. 129–137. DOI : 10.18324/2077-5415-2024-2-129-137

5. Чудинов С. А. Исследование прочностных показателей фиброцементогрунта для устройства конструктивных слоев лесовозных автомобильных дорог // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 2 (62). С. 138–144. DOI : 10.18324/2077-5415-2024-2-138–144

Научная статья
УДК 624.21.01/.09

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ВЫСОТНЫХ ОТМЕТОК МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОЕКТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Дмитрий Алексеевич Никишин[1], Варвара Сергеевна Ахлюстина[2], Сергей Николаевич Боярский[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] nikish_ekb@mail.ru
[2] varvaraahlystina643@gmail.com
[3] serg0761@ya.ru

Аннотация. Рассмотрена методика построения схемы компьютерного эксперимента для определения влияния отклонений геометрических параметров и высотных отметок на состояние автодорожного мостового сооружения.

Ключевые слова: предельное состояние, допускаемые отклонения, момент, моделирование, нагрузка

Для цитирования: Никишин Д. А., Ахлюстина В. С., Боярский С. Н. Определение влияния отклонений геометрических параметров и высотных отметок мостовых сооружений от проектных значений // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 938−942.

© Никишин Д. А., Ахлюстина В. С., Боярский С. Н., 2026

Original article

DETERMINING THE IMPACT OF DEVIATIONS IN GEOMETRICAL PARAMETERS AND ELEVATIONS OF BRIDGEWORKS FROM DESIGN VALUES

Dmitry A. Nikishin[1], Varvara S. Akhlyustina[2], Sergey N. Boyarsky[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] nikish_ekb@mail.ru
[2] varvaraahlystina643@gmail.com
[3] serg0761@ya.ru

Abstract. The article is devoted to the development of a methodology for constructing a computer experiment scheme to determine the influence of deviations in geometric parameters and elevations on the condition of a road bridgework.

Keywords: limit state, allowable deviations, moment, modeling, load

For citation: Nikishin D. A., Akhlyustina V. S., Boyarsky S. N. (2026) Opredelenie vliyaniya otklonenij geometricheskix parametrov i vy`sotny`x otmetok mostovy`x sooruzhenij ot proektny`x znachenij [Determining the impact of deviations in geometrical parameters and elevations of bridgeworks from design values]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 938–942. (In Russ).

При приемке результатов работ по возведению мостовых сооружений одним из основных вопросов является соответствие фактических геометрических параметров и высотных отметок требованиям проектной документации (допускаемые отклонения). Так, например, ГОСТ Р 70072–2022 устанавливает требования к отклонениям высотных отметок подферменников ± 5 мм, положения отметки верха насадки ± 10 мм, отклонения вертикальной оси стойки от прямолинейного положения менее ± 20 мм. Данные допускаемые отклонения являются результатом погрешности в геометрических измерениях, неизбежно возникающей при строительстве зданий и сооружений. Непосредственно влияние отклонений на физическое состояние сооружения, его способность выдерживать нагрузки и обеспечивать необходимую грузоподъемность в научной литературе малоизучено.

Исходя из вышеизложенного данная работа посвящена формированию методики построения схемы компьютерного эксперимента для определения влияния отклонений геометрических параметров и высотных отметок на состояние автодорожного мостового сооружения.

Наиболее логичным для решения поставленной задачи является определение вероятности (риска) наступления предельного состояния и, учитывая, что на стадии разработки проектной документации в первую очередь выполняются расчеты по первому предельному состоянию, рассмотрим именно его.

Расчет на прочность по первой группе предельных состояний выполняют для объектов строительства для различных сочетаний нагрузок по формуле [1]

$$S_{\max} \le R_{\min}, \tag{1}$$

где $S_{\max}$ – внешний силовой расчетный фактор – момент, сила, перемещения;

$R_{\min}$ – несущая способность сечения элемента конструкции мостового сооружения в предельном состоянии.

Для случая определения риска наступления первого предельного состояния балки пролетного строения мостового сооружения применяется изгибающий момент в нормальном сечении в середине пролета. Аналогично для определения риска потери устойчивости стоек опоры рассматриваем момент опрокидывающих сил. С учетом этого величину риска наступления первого предельного состояния определим относительно резерва прочности, который вычисляется по формуле [2]

$$S = M_{\text{пред}} - M_{\max}, \tag{2}$$

где S – резерв прочности;

$M_{\text{пред}} = S_{\max}$ – предельный момент (изгибающий, опрокидывающих сил);

$M_{\max} = R_{\min}$ – максимальный момент (изгибающий, опрокидывающих сил), определяемый в зависимости от действия сочетания постоянных и временных нагрузок в соответствии с требованиями [3, 4].

Вероятность (риск) наступления первого предельного состояния принято определять с использованием функции Лапласа [5]:

$$\mathrm{P} = 0,5 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\mathrm{u}} \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{x}^2}{2}} \mathrm{dx}. \tag{3}$$

Подынтегральная функция u при этом определяемая по формуле

$$u = \frac{m_{\mathrm{M}_{\text{пред}}} - m_{\mathrm{M}_{\max}}}{\sqrt{\sigma^2_{\mathrm{M}_{\text{пред}}} + \sigma^2_{\mathrm{M}_{\max}}}}, \tag{4}$$

где $m_{\mathrm{M}_{\text{пред}}}$ и $m_{\mathrm{M}_{\max}}$ – средние значения предельного и максимального моментов;

$\sigma^2_{\mathrm{M}_{\text{пред}}}$ и $\sigma^2_{\mathrm{M}_{\max}}$ – среднеквадратические отклонения.

Среднеквадратическое отклонение предельного момента можно определить по формуле А. Р. Ржаницына:

$$\sigma_{M_{пост}} = \sqrt{\frac{\sum_i m_{M_i}^2 \left(\gamma_{fi} - 1\right)^2}{1,64}}, \quad (5)$$

где γ_{fi} – коэффициент надежности нагрузки, для которой определяется значение момента.

Задачи на вычисление риска наступления предельных состояний хорошо реализовываются в расчетных программных комплексах, основанных на методе конечных элементов, что позволяет планировать компьютерные эксперименты для дальнейшего построения зависимости. Алгоритм построения зависимости будет включать в себя следующие действия:

1) построение модели мостового сооружения либо его части в программном комплексе, основанном на методе конечных элементов (ЛИРА Софт, SCAD Office и т. д.);

2) моделирование нагрузок и их сочетаний на мостовое сооружение либо выбранный элемент;

3) моделирование отклонений геометрических параметров от проектных значений. Шаг изменений выбирается в зависимости от выбранного элемента;

4) полученные результаты компьютерного расчета выгружаются, оцениваются среднее значение и среднеквадратическое отклонение предельного момента, вычисляется значение риска наступления предельного состояния;

5) алгоритм повторяется требуемое количество раз для получения количества значений достаточного для построения зависимости.

Предложенный подход позволяет оценить возможные отклонения геометрических параметров и высотных отметок мостового сооружения от проектных не только как погрешность при измерениях, но и с точки зрения возможных последствий, вероятности наступления первого предельного состояния, как в нашем случае.

Список источников

1. Научные основы оценки предельного состояния мостовых сооружений по критериям допустимости риска нежелательного события / Ш. Н. Валиев, В. С. Надеждин, Д. А. Кочетков [и др.] // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2024. № 3. С. 30–40.

2. Синицын А. П. Расчет конструкций на основе теории риска. М. : Стройиздат, 1985. 304 с.

3. ГОСТ 33390–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия. Межгосударственный стандарт / Разработан

АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» (Технический комитет по стандартизации ТК 42 «Автомобильные дороги»). Введен 08.09.2016 // Техэксперт – центр нормативной технической документации. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200135142 (дата обращения: 10.05.2025).

4. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Свод правил / Разработан Научно-исследовательским институтом транспортного строительства. Введен 20.05.2011 // Техэксперт – центр нормативной технической документации. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200084849 (дата обращения: 06.11.2024).

5. Сафронов В. С., Горячев В. Н., Нгуен Х. К. Методика расчета риска возникновения предельных состояний в железобетонных пролетных строениях автодорожных мостов при землетресениях // Научный Вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 3. С. 36–43.

Научная статья
УДК 691.168

МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Алексей Александрович Павлов[1], Юлия Михайловна Просвирнина[2], Лариса Николаевна Павлова[3]
[1, 2] Самарский государственный технический университет, Самара, Россия
[3] Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева, Самара, Россия
[1] pavlovaln777@gmail.com
[2] ymp30@yandex.ru
[3] pavlovaln77@gmail.com

Аннотация. Анализ мирового и российского опыта внедрения самовосстанавливающегося асфальтобетона. Рассмотрены зарубежные технологии (микрокапсулы, индукционный нагрев, наноматериалы) и российская разработка НИУ МГСУ с химическими капсулами-гранулами. Обозначены преимущества, вызовы и перспективы дальнейшего развития направления.

Ключевые слова: самовосстанавливающийся асфальтобетон, микрокапсулы, инновационные дорожные материалы

Для цитирования: Павлов А. А., Просвирнина Ю. М., Павлова Л. Н. Мировой и российский опыт внедрения самовосстанвливающегося асфальтобетона // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 943–946.

© Павлов А. А., Просвирнина Ю. М., Павлова Л. Н., 2026

Original article

WORLD AND RUSSIAN EXPERIENCE IN IMPLEMENTING SELF-HEALING ASPHALT CONCRETE

Alexey A. Pavlov[1], Yulia M. Prosvirnina[2], Larisa N. Pavlova[3]
[1, 2] Samara State Technical University, Samara, Russia
[3] Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russia
[1] pavlovaln777@gmail.com
[2] ymp30@yandex.ru
[3] pavlovaln77@gmail.com

Abstract. The article analyzes global and Russian experience in implementing self-healing asphalt concrete. It examines foreign technologies (microcapsules, induction heating, nanomaterials) and the Russian development by MSUCE (Moscow State University of Civil Engineering) featuring chemical capsule-granules. The paper outlines the advantages, challenges, and prospects for further development of this field.

Keywords: self-healing asphalt concrete, microcapsules, innovative road materials

For citation: Pavlov A. A., Prosvirnina Yu. M., Pavlova L. N. (2026) Opy`t vnedreniya samovosstanvlivayushhegosya asfal`tobetona mirovoj, Rossijskij [World and russian experience in implementing self-healing asphalt concrete]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and posgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 943–946. (In Russ).

В Испании и Великобритании применяют асфальт с микрокапсулами, содержащими битум или переработанное масло. При появлении трещин капсулы разрываются, и вещество заполняет повреждения. В Великобритании на испытательном участке в Дареме (2021 г.) 150 метров такого асфальта показали отсутствие ям и минимальную усадку после двух зим. В Испании на полигоне Университета Гранады испытания снизили количество микротрещин на 90 % [1].

В Нидерландах и Франции в асфальт добавляют металлические волокна. Индукционная машина нагревает волокна, делая битум пластичным и заполняющим трещины. Технология увеличивает срок службы дороги на 4–6 лет и обходится дешевле капитального ремонта. В Нидерландах с 2010 г. пилотный участок в Спейкениссе демонстрирует экономию до 25 % [1].

В Южной Корее, Японии и США исследуют наноматериалы и полимерные связующие, способные закрывать микротрещины на молекулярном уровне. Эти разработки пока находятся на стадии прототипов и лабораторных тестов [1].

В Нидерландах и Китае экспериментируют с бетоном, содержащим бактерии. При попадании влаги бактерии активизируются и производят карбонат кальция, заделывая повреждения. В Нидерландах в 2022 г. построен участок автомагистрали А58 с такой технологией, а в Китае с 2019 года ведутся эксперименты на участках скоростной железной дороги [1].

Британские и чилийские ученые разработали асфальт с пористыми спорами растений, заполненными переработанными маслами. При трещинах маслá высвобождаются и восстанавливают покрытие. Лабораторные испытания показали заживление микротрещин менее чем за час [2].

В России ученые из НИУ МГСУ создали асфальтобетон с капсулами-гранулами, содержащими химические реагенты. При разрушении покрытия капсулы высвобождают вещества, запускающие реакцию полимеризации. Это формирует прочную клеевую структуру, герметизирующую трещины. Экспериментальный участок уложен в Казани в 2025 г. [3].

Ключевые особенности российской технологии:

1) капсулы составляют около 3 % количества битума, что обеспечивает максимальный восстановительный эффект [4];

2) используется отечественный AR-полимер, производимый в Казани [4].

3) технология может быть внедрена на существующих асфальтобетонных заводах без специального оборудования [4];

4) экономические расчеты показывают технико-экономическую эффективность не менее 33 % по сравнению с классическими смесями [4].

В таблице приведено сравнение мировых и Российских технологий самовосстанвливающегося асфальтобетонного покрытия.

Сравнение технологий

Параметр	Мировые технологии	Российские разработки
Основной механизм	Микрокапсулы, индукционный нагрев, бактерии, наноматериалы	Капсулы с химическими реагентами
Примеры внедрения	Нидерланды, Великобритания, Испания, Китай	Экспериментальный участок в Казани (2025 г.)
Преимущества	Снижение затрат на ремонт, экологичность	Использование отечественных материалов, простота внедрения
Вызовы	Высокая стоимость, необходимость стандартов	Сопротивление со стороны дорожников, стоимость производства

Преимущества самовосстанавливающихся дорог:

– экономия на ремонте и обслуживании (до 50 % в долгосрочной перспективе) [1];

– экологическая устойчивость за счет снижения объемов дорожных работ и выбросов CO_2 [1];

– повышение безопасности из-за уменьшения аварий, связанных с выбоинами [1].

Основные вызовы:

1) высокая стоимость внедрения, требующая государственной поддержки или частных инвестиций [1];

2) необходимость разработки новых стандартов, так как существующие нормы не учитывают «умные» материалы [1];

3) потребность в системах мониторинга эффективности (датчики, системы наблюдения) [1].

Рекомендации для дальнейших исследований:

1) сравнительный анализ экономических показателей российских и зарубежных технологий с учетом климатических условий России;

2) изучение долговечности российских разработок в различных климатических зонах (юг, север, Дальний Восток);

3) разработка стандартов для самовосстанавливающихся материалов в рамках российских строительных норм;

4) исследование влияния новых технологий на экологию и безопасность дорожного движения.

Список источников

1. Самовосстанавливающиеся дороги: Технологии будущего уже сегодня // Дзен : [сайт]. URL: https://dzen.ru/a/aFUx1wSvfCNgQmU3/ (дата обращения: 26.11.2025).

2. Британские ученые создали «умный» асфальт, восстанавливающийся без ремонта : [сайт]. URL: https://www.ixbt.com/news/-2025/02/04/britanskie-uchjonye-sozdali-umnyj-asfalt-vosstanavlivajushijsja-bez-remonta.html/ (дата обращения: 26.11.2025).

3. Российские ученые создали асфальт, который ремонтирует сам себя // В России на РЕН ТВ : [сайт]. URL: https://ren.tv/news/v-rossii/1372501-rossiiskie-uchenye-sozdali-asfalt-kotoryi-vosstanavlivaet-sam-sebia/ (дата обращения: 26.11.2025).

4. Иноземцев Сергей Асфальтобетон со свойством самовосстановления : [сайт]. URL: https://asninfo.ru/interviews/997-sergey-inozemtsev-asfaltobeton-so-svoystvom-samovosstanovleniya/ (дата обращения: 26.11.2025).

Научная статья
УДК 625.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОГИ

Алексей Александрович Павлов[1], Елизавета Сергеевна Салмина[2], Лариса Николаевна Павлова[3]
[1–3] Самарский государственный технический университет, Самара, Россия
[1] pavlovaln777@gmail.com
[2] liza.salmina.2002@mail.ru
[3] pavlovaln777@gmail.com

Аннотация. Исследуется повышение эффективности эксплуатации автодорог путем коррекции проектной документации на основе данных мониторинга (георадар, лазерное сканирование). Методика предотвращает износ, снижает затраты на ремонт и улучшает дорожные конструкции, что полезно для инженеров и строителей.

Ключевые слова: измерения дорожных покрытий, эксплуатационные характеристики, георадарное зондирование, лазерная сканирующая система

Для цитирования: Павлов А. А., Салмина Е. С., Павлова Л. Н. Использование данных измерений для корректировки проектной документации и улучшения эксплуатационных характеристик дороги // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 947−951.

© Павлов А. А., Салмина Е. С., Павлова Л. Н., 2026

Original article

USING THE MEASUREMENT DATA TO ADJUST THE DESIGN DOCUMENTATION AND IMPROVE THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF THE ROAD

Alexey A. Pavlov[1], Elizabeth S. Salmina[2], Larisa N. Pavlova[3]
[1–3] Samara State Technical University, Samara, Russia
[1] pavlovaln777@gmail.com
[2] liza.salmina.2002@mail.ru
[3] pavlovaln77@gmail.com

Abstract. The article explores improving the efficiency of road maintenance by correcting project documentation based on monitoring data (georadar, laser scanning). This method prevents wear, reduces repair costs, and improves road structures, which is beneficial for engineers and construction professionals.

Keywords: road surface measurements, performance characteristics, georadar sensing, laser scanning system

For citation: Pavlov A. A., Salmina E. S., Pavlova L. N. (2026) Ispol`zovanie danny`x izmerenij dlya korrektirovki proektnoj dokumentacii i uluchsheniya e`kspluatacionny`x xarakteristik dorogi [Using the measurement data to adjust the design documentation and improve the operational characteristics of the road]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 947–951. (In Russ).

Автомобильные дороги являются важнейшим элементом транспортной инфраструктуры государства, обеспечивающим экономическое развитие регионов и повышение качества жизни населения. Надежность и долговечность дорог зависит от множества факторов, среди которых ключевое значение имеют качество проектирования, соблюдение строительных норм и учет особенностей условий эксплуатации.

Современные технологии позволяют получать обширные объемы данных о состоянии дорожной конструкции и воздействующих на нее факторах. Часто возникает ситуация, когда первоначальная документация не учитывает всех нюансов реальной обстановки, что приводит к быстрому износу покрытий, возникновению дефектов и повышению расходов на содержание дорог.

Актуальность повышения эффективности управления дорожной инфраструктурой определяет цель статьи: обосновать необходимость регулярного использования данных мониторинга для оперативной корректировки

проектов и оптимизации процессов эксплуатации. Задачей исследования стоит рассмотрение современной методики мониторинга состояния сооружений, проанализировать преимущества и недостатки существующих подходов, разработка практических рекомендаций по внедрению инноваций. Новизна заключается в разработке методического подхода, который за счет интеграции данных измерений в процессы принятия решений позволяет снизить затраты и повысить эффективность функционирования транспортных сетей на этапах проектирования и обслуживания.

Современные методы измерений:

– георадарное зондирование (ГРЗ) – передовой и действенный способ изучения автомобильных дорог. В отличие от традиционных разрушающих методов, ГРЗ предоставляет детальные сведения о структуре дорожной одежды, не повреждая ее. Иследование дорог с помощью георадара направлено на оценку состояния как самого покрытия, так и нежележащих слоев. Этот метод позволяет установить состав дорожной одежды, обнаружить скрытые коммуникации, а также выявить дефекты вроде трещин, пустот, участков с избыточной влагой и других аномалий, влияющих на срок службы и безопасность дороги [1];

– лазерное сканирование – метод определения пространственного положения объектов местности с помощью систем лазерного сканирования. Это современный метод исследования автомобильных дорог, позволяющий получать полную информацию о геометрических параметрах дороги, различных дефектов и т.д. [2];

– инфракрасная термография – метод, который использует инфракрасное излучение для обнаружения и изображения тепловых характеристик объекта. Тепловизионные камеры фиксируют температурные различия на дорожном покрытии, выявляя тепловые сигнатуры, которые могут указывать на наличие подповерхностных дефектов, таких как вода или пустоты, которые могут в конечном итоге привести к разрушению покрытия [3].

Корректировка проектной документации. Проектная документация автомобильных дорог не всегда учитывает реальные условия, что приводит к быстрому износу и авариям. Для повышения надежности необходимо регулярно корректировать проект на основе данных измерений (георадары, сканеры, методы неразрушающего контроля и т.д.). Это позволяет точно подбирать материалы и технологии, увеличивать срок службы покрытия и снижать затраты на ремонт и содержание.

Улучшение эксплуатационных характеристик. Помимо корректировок проектной документации, данные измерений могут использоваться для оптимизации текущих операций по обслуживанию и ремонту дороги. Например, регулярный мониторинг состояния покрытия позволяет своевременно выявлять проблемы и предотвращать их развитие.

Также данные измерений могут применяться для разработки планов технического обслуживания и ремонтов. На основе анализа накопленных

данных можно определить наиболее уязвимые участки дороги и сосредоточить усилия на их укреплении и модернизации.

Повышение надежности и долговечности дорог. Повышение надежности и долговечности дорог является одной из главных целей использования данных измерений для корректировки проектной документации и улучшения эксплуатационных характеристик.

1. Точное определение состояния дорожного покрытия
2. Выявление слабых мест и предотвращение аварий
3. Корректировка проектной документации
4. Учет климатических условий
5. Планирование технического обслуживания и ремонтов
6. Экономия на ремонте и обслуживании

Экономический эффект использования данных измерений достигается за счет следующих факторов:

– повышение безопасности и увеличение срока службы дорог;

– предотвращение крупных затрат за счет своевременного устранения мелких дефектов;

– оптимизация расходов на сами измерения и обработку данных

Международный опыт внедрения. История статического зондирования началась в Голландии в 1930-х гг., когда инженеры искали эффективные способы исследования слабых грунтов для свайных фундаментов. Сегодня СШП-георадары применяются повсеместно – от Европы до Японии, от США до Австралии.

Североамериканский опыт показывает впечатляющие результаты. В Эдмонтоне (Канада) СШП-радары успешно применяются для обнаружения неожиданных подземных коммуникаций при траншейных работах, предотвращая аварии, которые могли бы привести к затоплению или взрывам газопроводов. Система позволяет верифицировать местоположение критически важных коммуникаций даже когда архивная информация неполна или неточна.

Китайский опыт демонстрирует интеграцию искусственного интеллекта с СШП-технологиями. В Шэньчжэне разработана система автоматического распознавания подземных объектов с использованием глубоких нейронных сетей. Система идентифицирует семь типичных объектов городского подземного пространства: дождевые колодцы, кабели, металлические и неметаллические трубы, арматуру различной плотности и пустоты – с точностью 92,64 %.

Европейские города активно внедряют СШП-зондирование для сохранения исторического наследия. В Белграде георадар помог обнаружить фундаменты древних ворот Вюртемберг-Стамбол, скрытых в неоднородном грунте исторического центра. В Швеции технология используется для геоархеологических раскопок в городских условиях без разрушения культурного слоя.

Заключение

Использование данных мониторинга для корректировки проектов дорог доказало свою эффективность.

Ключевые выводы исследования:

– системный мониторинг – регулярная диагностика состояния дорожного покрытия предотвращает аварии и сокращает объемы ремонтных работ;

– современные технологии – применение информационно-измерительной системы контроля текущего состояния автомобильной дороги позволит проводить назначение «адресных» ремонтных мероприятий, что значительно сэкономит средства, выделяемые на ремонтные мероприятия, обеспечив при этом надлежащий уровень транспортно-эксплуатационного состояния;

– оптимизация проектирования – объективные данные позволяют точнее рассчитывать параметры покрытия и выбирать материалы.

Экономический эффект – подход обеспечивает безопасность, продлевает срок службы дорог и снижает эксплуатационные расходы.

Список источников

1. Георадарное зондирование // ГКПМ «Проект-Монтаж» : [сайт]. URL: https://группа-пм.рф/service_13/ (дата обращения: 02.03.2026).

2. ГОСТ Р 70690–2023. Дороги автомобильные общего пользования. Лазерное сканирование. Требования к данным лазерного сканирования на различных этапах жизненного цикла автомобильной дороги. М. : Российский институт стандартизации, 2023. 11 с.

3. За пределами визуального осмотра: новые методы диагностики состояния асфальтового покрытия // Perekos : [сайт]. URL: https://perekos.-net/pages/ view/5226 (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 625.8

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОБРАТНОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Анастасия Алексеевна Порицкая[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] anastasiyaporitskaya2000@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматривается методика обратного вычисления с целью установления ее релевантности и эффективности как инструмента для диагностики модуля упругости и оценки текущего эксплуатационного состояния дорожных одежд.

Ключевые слова: модуль упругости, испытания, чаша прогиба

Для цитирования: Порицкая А. А., Чудинов С. А. Применение методики обратного вычисления при оценке модуля упругости дорожных одежд // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 952–956.

Original article

APPLICATION OF THE BACKWARD COMPUTATION METHOD TO ASSESSING THE ELASTIC MODULUS OF ROAD PAVEMENTS

Anastasia A. Poritskaya[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] anastasiyaporitskaya2000@gmail.com
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. This article discusses the method of backward computation in order to establish its relevance and effectiveness as a tool for diagnosing the modulus of elasticity and assessing the current operational condition of road pavements.

Keywords: elastic modulus, tests, deflection cup

For citation: Poritskaya A. A., Chudinov S. A. (2026) Primenenie metodiki obratnogo vy`chisleniya pri ocenke modulya uprugosti dorozhny`x odezhd [Application of the backward computation method to assessing the elastic modulus of

© Порицкая А. А., Чудинов С. А., 2026

road pavements]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 952–956. (In Russ).

К задачам, с которыми постоянно сталкиваются работники дорожной сферы, можно отнести: работу над повышением долговечности дорожных конструкций, вычисление оптимальных сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ, поиск наиболее эффективных и при этом неразрушающих методов оценки нежестких дорожных одежд. Актуальность всего выше перечисленного не подвергается сомнению, так как даже с постоянно расширяющейся научно-технической базой, вопрос о повышении качества и увеличении срока службы покрытий стоит всегда особенно остро [1].

В вопросе оценки механических свойств слоев дорожных одежд в период их непосредственной эксплуатации, когда происходит естественное изменение характеристик материалов, все более широкое распространение получает метод обратного анализа или метод обратного вычисления (backcalculation). Это подход, при котором модули упругости элементов конструкции (например, слоев дорожной одежды) рассчитывают по экспериментально измеренной чаше прогибов. Данный метод осуществляется в связке с установками нагружения для обработки зарегистрированных данных прогибов, полученных экспериментально в натурных условиях. В результате, вместо того чтобы опираться только на проектные данные, как было раньше, мы получаем более точную информацию и формируем реальное представление об изменениях, происходящих внутри дорожной конструкции.

Однако методика обратного расчета не обходится без допущений, например, толщины слоев принимаются постоянными, а сами слои неограниченными в горизонтальной плоскости. Конечно, основные параметры любой дорожной конструкции всегда заведомо известны, так как они определяются и закладываются на этапе проектирования, однако впоследствии под воздействием постоянных нагрузок и различных факторов (старение бетона, цикличное изменение погодных условий), ускоряющих деградационные процессы, механические свойства материалов и их параметры неизбежно изменяются. Эти изменения напрямую влияют на напряженно-деформированное состояние всей дорожной конструкции, что в свою очередь влияет уже на результаты обратного расчета [2]. При этом значения коэффициента Пуассона и плотности намеренно допускается принимать такими же, как и первоначальные, заложенные еще на стадии проектирования. Однако, если дорожная конструкция начинает проявлять явные признаки износа или повреждения, например, проседает или образуется ярко выраженная колея, то такие упрощения становятся более недопустимыми.

Для сбора и анализа данных в полевых условиях используют специальный мобильный комплекс. Этот комплекс включает в себя компактное устройство для нанесения контролируемых ударов, приборы для фиксации колебаний и компьютер для обработки зафиксированных данных и проведения вычислений. На всем исследуемом участке дороги на разных дистанциях от ключевых точек (0,25; 0,5; 0,75; 1,25 метров) устанавливают датчики (рис. 1).

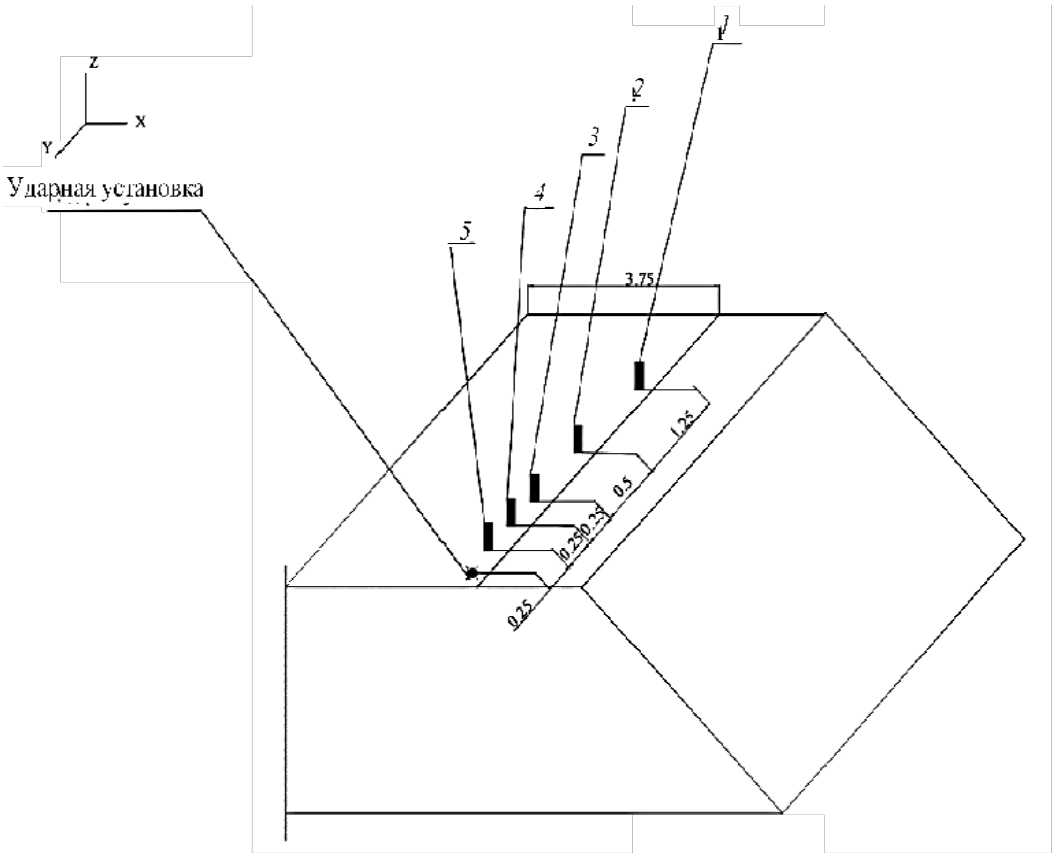


Рис. 1. Схема расположения регистрационных датчиков
на дорожном покрытии

Во время проведения тестов, ударное оборудование начинает последовательно воздействовать на поверхность дороги, нанося удары сериями. Места ударов выступают в качестве ключевых точек, от которых во всех направлениях начинает расходится вибрация. Датчики в этот момент ведут непрерывную запись реакции дорожной конструкции. На этом этапе происходит экспериментальная регистрация чаши прогибов. В целом, всю технологическую цепочку, начиная с момента проведения испытаний и до финальной обработки результатов произведенных вычислений, можно разделить на три больших этапа (рис. 2).

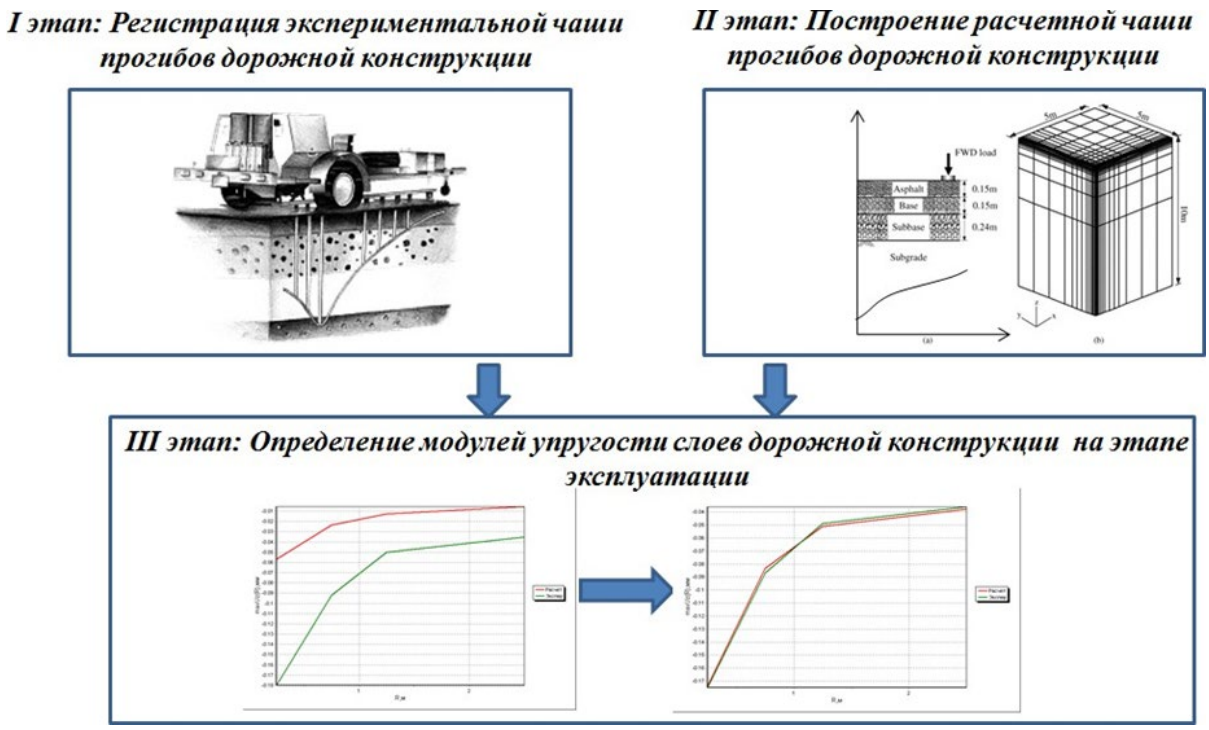


Рис. 2. Последовательность операций при вычислении модулей упругости по методике обратного вычисления

На втором этапе также выполняется расчет деформационной чаши при заданной величине нагрузки, но теперь для расчета используются не экспериментально зарегистрированные значения, а данные, заложенные проектом.

На финальном этапе экспериментальные чаши прогибов сопоставляются с расчетными. Причем пересчет модулей упругости слоев конструкции осуществляется с одновременной корректировкой расчетной чаши прогибов относительно экспериментальной. Процесс согласования данных продолжается до тех пор, пока отклонение расчетных значений от экспериментально полученных значений не станет минимальным [3].

Данные, зафиксированные датчиками, установленными на разных расстояниях, при сравнении позволяют сделать некоторые выводы о поведении конструкции в разных ее точках, например, в диапазоне расстояний от 0,25 до 0,75 метра от места нагружения, именно модуль упругости основания является ключевым фактором, определяющим, как будет изменяться поверхность дорожной конструкции.

Но если переместиться в периферийную область распространения вибраций, то можно обнаружить, что в качестве определяющего параметра при формировании геометрии чаши колебаний выступает уже значение модуля упругости грунта земляного полотна.

Многочисленные полевые исследования, статистические данные и изыскания свидетельствуют о том, что для адекватной оценки состояния дорожных конструкций недостаточно учитывать только величину упругого

прогиба в точке непосредственного приложения нагрузки [4]. Для более комплексного понимания как протекает процесс деградации дорожных одежд в ходе эксплуатации и максимально точного прогнозирования остаточного срока службы автомобильной дороги требуется наличие данных о механических параметрах всех компонентов многослойной дорожной конструкции, по всей ее глубине, от покрытия до земляного полотна с использованием минимального количества допущений. Это, в свою очередь, и диктует необходимость разработки инновационных методик их определения, и мотивирует новые исследования в данной области.

Список источников

1. Исследование деформационных характеристик фиброцементогрунтовых конструкций лесовозных автомобильных дорог / С. А. Чудинов, Е. Г. Васильев, Н. В. Ладейщиков, К. В. Ладейщиков // Resources and Technology. 2024. Т. 21, № 3. С. 6–7.

2. Углова Е. В., Саенко С. С. Оптимизация расчетных моделей для проектирования нежестких дорожных одежд // Вестник Томского гос. арх.-строит. ун-та. 2014. № 6 (47). С. 182–188.

3. Обратное вычисление послойных модулей упругости дорожных одежд // КиберЛенинка : [сайт]. URL: https://cyberleninka.ru/ article/n/obratnoe-vychislenie-posloynyh-moduley-uprugosti-dorozhnyh-odezhd (дата обращения: 15.11.2025).

4. ГОСТ Р 59918–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Методики оценки прочности. URL: https://docs.chtd.ru/document/1200181995 (дата обращения: 19.11.2025).

Научная статья
УДК 69.003.13

ОЦЕНКА ОБЩЕСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Мария Сергеевна Рогозина[1], Елена Сергеевна Анастас[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] rogozina.9560@gmail.com
[2] anastases@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы определения экономической эффективности снижения социально-экономического ущерба, причиняемого дорожно-транспортными происшествиями. Дан алгоритм определения экономической эффективности от снижения количества ДТП.

Ключевые слова: экономическая эффективность, дорожно-транспортное происшествие, социально-экономический ущерб

Для цитирования: Рогозина М. С., Анастас Е. С. Оценка общественной эффективности строительства объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 957−961.

Original article

ASSESSMENT OF PUBLIC EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF ROAD TRANSPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Maria S. Rogozina[1], Elena S. Anastas[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] rogozina.9560@gmail.com
[2] anastases@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the issues of determining the economic efficiency of reducing the socio-economic damage caused by road traffic accidents. An algorithm for determining the economic efficiency of reducing the number of road traffic accidents is provided.

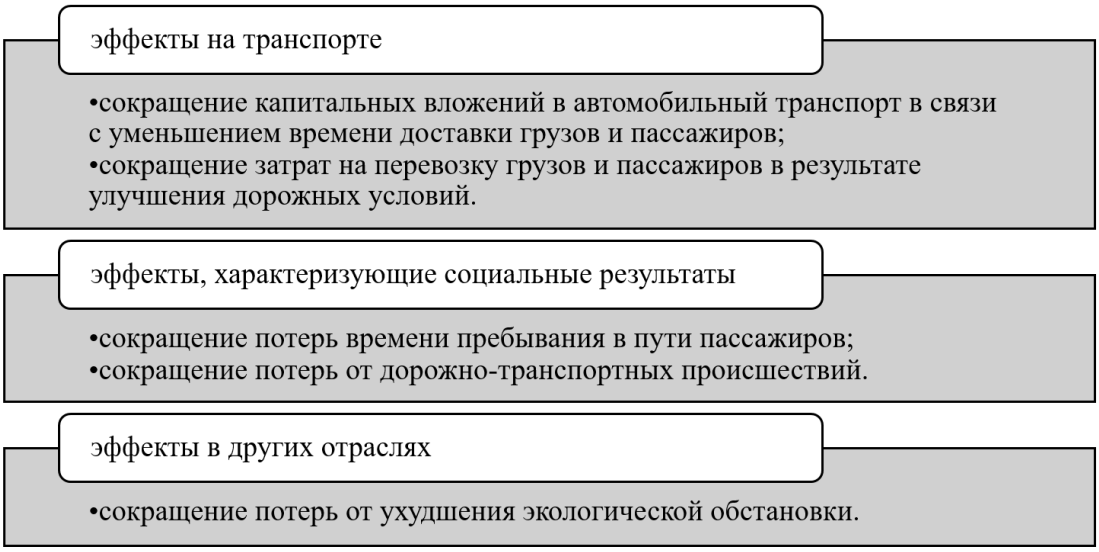
Keywords: economic efficiency, road traffic accident, socio-economic damage

© Рогозина М. С., Анастас Е. С., 2026

For citation: Rogozina M. S., Anastas E. S. (2026) Ocenka obshhestvennoj e`ffektivnosti stroitel`stva ob``ektov transportnoj infrastruktury` dorozhnogo xozyajstva [Assessment of public efficiency of construction of road transport infrastructure facilities]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 957–961. (In Russ).

Традиционный подход к оценке экономической эффективности, основывающийся на сопоставлении стоимости строительства объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства и ожидаемых финансовых результатов в современных условиях, не позволяет получить полную картину целесообразности финансирования проекта, особенно за счет бюджетных средств, из-за важности оценки социальных эффектов, которые будут достигнуты только после завершения строительства.

К таким эффектам относят группу социально-экономических, характеризующихся выгодой пользователей от повышения скорости и безопасности движения. Определение такого рода эффективности строительства объектов необходимо производить с помощью сопоставления общественных затрат и результатов, которые возможны на транспорте и в нетранспортных отраслях в случае осуществления проектного варианта с теми затратами и результатами, которые будут иметь место при отказе от его реализации. На рисунке представлены виды потенциально возможных эффектов общественной эффективности по проектному варианту.



Виды потенциально возможных эффектов общественной эффективности по проектному варианту

Проблемы социально-экономической значимости дорожно-транспортных происшествий обусловили принятие Федерального проекта «Безопасность дорожного движения» в рамках Национального проекта «Инфраструктура для жизни» на период с 2025 по 2030 гг. [1]. Цели стратегии определены на основании президентского указа «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». В документе указано, что к 2030 г. необходимо снизить смертность в ДТП в полтора раза, а к 2036 г. – в два раза по сравнению с показателем 2023 г. Таким образом, исследование мероприятий по снижению ущерба от дорожно-транспортных происшествий с экономической точки зрения, обладают наибольшей актуальностью.

Анализ системы показателей и связанных с ними действий указывает на наиболее перспективный подход – расчет полученной выгоды к затратам на реализацию проекта. Практическое использование таких методов состоит в определении необходимых мероприятий для снижения финансового ущерба от дорожно-транспортных происшествий на один рубль затрат. Как следствие – чем больше вариантов предотвращения аварийных ситуаций, тем выше становится эффект от вложенных средств.

В настоящее время действует Методика [2], в которой определены алгоритмы экономической оценки определения ущерба от дорожно-транспортных происшествий для использования их на практике. Проведение анализа отношений выгод и затрат, дает возможность представить все рассматриваемые варианты для сравнения в денежном выражении, следовательно, выбор падает на проект, в котором показатели социально-экономической выгоды больше затрат на реализацию проекта. При определении результативности мер от снижения финансового ущерба пользователей объектов дорожной инфраструктуры, причиняемого дорожно-транспортными происшествиями, как правило, используется схема в два этапа [3].

Изначально определяется социальная значимость проекта – рассчитываются общие показатели эффективности. Цель данного этапа – проведение комплексной экономической оценки всей сферы деятельности (социально-экономической и коммерческой). В подавляющем большинстве случаев мероприятия по снижению дорожно-транспортных происшествий финансируются из федерального, регионального или местного бюджета. Исходя из этого первоначально определяются источники и условия финансирования. Затраты на реализацию комплекса мер по снижению социально-экономического ущерба, причиняемого дорожно-транспортными происшествиями, связаны с привлечением бюджетных средств. Поэтому при формулировании таких мер расход бюджетных средств должен определяться, исходя из потока денежных средств. В случае отрицательного эффекта проект не рекомендуется к принятию и не может быть реализован за счет средств государственного бюджета.

Далее проводится оценка организационно-экономического характера: возможный состав участников проекта и его финансовая оправданность. Для корректной оценки необходимо дисконтировать денежные потоки, то есть привести затраты к определенному периоду, который зависит от жизненного цикла объекта строительства. Необходимо учитывать и уровень инфляции. Это особенно важно для оценки ресурсоемких и долгосрочных проектов.

Алгоритм определения экономической эффективности от снижения количества дорожно-транспортных происшествий основан на принципах сопоставления «с проектом» и «без проекта», который представляет собой последовательность следующих расчетов, представленных в таблице.

Алгоритм определения экономической эффективности от снижения количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП)

№ п/п	Определяемый показатель	Формула расчета
1	Ущерб от гибели в ДТП	$C_{уг} = ЗП_м \cdot K_{пер} \cdot 12 \cdot T_п$
2	Ущерб от ранения в ДТП	$C_{ур} = ЗП_м \cdot K_{пер} \cdot t_р$
3	Потери от одного ДТП	$П_{срt} = C_{уг} \cdot \gamma_{уг} + C_{ур} \cdot \gamma_{ур} + C_{му}$
4	Коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП*	$M_T = m_1 \cdot m_2 \cdot \cdots m_i \cdot \cdots m_n$
5	Величина потерь от ДТП «без проекта» и «с проектом»	$П_{it}^{ТР}\ (П_{it}^{ИН}) = 3{,}65 \cdot 10^{-4} \cdot Z \cdot П_{срt} \cdot M_T \cdot N_{it} \cdot L_{yt}$
6	Эффективность снижения затрат от снижения количества ДТП	$\Delta Пt = \sum_{i=1}^{n} (П_{it}^{ТР} - П_{it}^{ИН})$

Примечание.
Z – статистическое количество ДТП на 1 млн авт./км;
N_{it} – среднегодовая суточная интенсивность движения на i-м участке, авт./сут;
L_{yt} – протяженность рассматриваемого участка, км;
$ЗП_м$ – среднемесячная зарплата одного работающего, тыс. руб.;
$T_п$ – возможное количество лет рабочей деятельности одного погибшего в ДТП;
$t_р$ – средний период нетрудоспособности одного раненного в ДТП, мес.;
$K_{пер}$ – коэффициент перехода от среднемесячной зарплаты к стоимости продукции;
$\gamma_{уг}$, $\gamma_{ур}$ – количество погибших и раненых, приходящихся в среднем на одно ДТП;
*подбор коэффициентов влияния дорожных условий на величину потерь от ДТП, устанавливается в соответствии с ОДМ 218.4.023-2015 [4]

Кроме того, при расчете эффективности необходимо учитывать неопределенность, то есть неполную и неточную информацию об условиях

внедрения мероприятий [5], а также риск – возможность того, что представленные условия будут иметь негативные последствия для всех или отдельных участников и общества в целом.

Представленный алгоритм определения эффекта от снижения количества дорожно-транспортных происшествий дает возможность оценить варианты предлагаемых проектов по уровню потерь до их реализации и после, тем самым предоставляя возможность оценить социально значимые результаты с финансовой стороны.

Список источников

1. Паспорт федерального проекта «Безопасность дорожного движения» : [сайт]. URL: https://archit.tmbreg.ru/assets/files/nacproekty-infrastrukturajizn/fedproject/dor_dvizh (дата обращения: 30.09.2025).

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов : утв. Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21 июня 1999 г. № ВК 477.

3. ОДМ 218.11.006–2021 Методические рекомендации по оценке эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса от 22 марта 2021 г.

4. ОДМ 218.4.023–2015 Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог от 10.11.2015 г.

5. Анастас Е. С. Неопределенности в технологии устройства дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 231–235.

Научная статья
УДК 625.7/.8

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И ВЫЗОВОВ ДЛЯ ОБЩЕСТВА

Любовь Александровна Сергеева[1], Марина Викторовна Савсюк[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] Lubovsek@gmail.com
[2] savsyukmv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в дорожном строительстве. Рассматривается трансформация традиционных процессов – от этапа проектирования на основе цифровых двойников до контроля качества с использованием компьютерного зрения и беспилотных аппаратов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дорожное строительство, инновационные технологии, цифровой двойник, компьютерное зрение

Для цитирования: Сергеева Л. А., Савсюк М. В. Инновационные технологии и искусственный интеллект в строительстве автомобильных дорог: комплексный анализ преимуществ и вызовов для общества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 962−966.

© Сергеева Л. А., Савсюк М. В., 2026

Original article

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ROAD CONSTRUCTION: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ADVANTAGES AND CHALLENGES FOR SOCIETY

Lyubov A. Sergeeva[1], Maria V. Savsyuk[2]
[1,2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] Lubovsek@gmail.com
[2] savsyukmv@m.usfeu.ru

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the application of artificial intelligence (AI) technologies in road construction. It examines the transformation of traditional processes, from the design stage based on digital twins to quality control using computer vision and unmanned aerial vehicles.

Keywords: artificial intelligence, road construction, innovative technologies, digital twin, computer vision

For citation: Sergeeva L. A., Savsyuk M. V. (2026) Innovacionny`e texnologii i iskusstvenny`j intellekt v stroitel`stve avtomobil`ny`x dorog: kompleksny`j analiz preimushhestv i vy`zovov dlya obshhestva [Innovative technologies and artificial intelligence in road construction: a comprehensive analysis of advantages and challenges for society]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 962–966. (In Russ).

Современная дорожная инфраструктура является критически важным элементом экономического роста и социального благополучия. Однако традиционные подходы к ее созданию и содержанию сталкиваются с системными проблемами: хроническим недофинансированием, низким качеством исполнения, непрозрачностью использования средств и быстрым износом. В этом контексте технологии искусственного интеллекта и смежные инновации предлагают парадигмальный сдвиг, переводя отрасль на качественно новый уровень точности, эффективности и управляемости.

Актуальность темы обусловлена масштабными государственными программами развития транспортной сети и растущими общественными ожиданиями хорошего качества и долговечности автомобильных дорог. Несмотря на растущий интерес к теме, в научной литературе сохраняется дефицит комплексных исследований, оценивающих не только технологические, но и социальные последствия внедрения ИИ. Цель данной статьи – заполнить этот пробел, проведя всесторонний анализ преимуществ и минусов применения ИИ в дорожном строительстве для общества.

Методология исследования базировалась на междисциплинарном подходе, включающем:

– сравнительный анализ международного и отечественного опыта внедрения ИИ (кейсы Финляндии, США, Китая, российских пилотных проектов);

– экспертный опрос руководителей дорожно-строительных компаний и представителей контролирующих органов.

К преимуществам внедрения ИИ для общества можно отнести следующее:

– повышение качества и долговечности дорожного полотна автомобильных дорог. Технологии компьютерного зрения, установленные на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) и строительной технике, позволяют в режиме реального времени контролировать ключевые параметры: температуру асфальтобетонной смеси, толщину слоев, равномерность уплотнения [1]. Алгоритмы машинного обучения (анализ данных с датчиков) выявляют малейшие отклонения от ГОСТ и СНиП, минимизируя «человеческий фактор» и субъективизм при приемке работ.

Следствие для общества: сокращение количества «ямочного» ремонта, увеличение межремонтных сроков, снижение затрат на ремонт автомобилей и расход топлива;

– экономия бюджетных средств и прозрачность. Внедрение «цифровых двойников» проекта позволяет оптимизировать расход материалов и логистику. Системы на основе ИИ прогнозируют сроки поставок, минимизируя простои техники. По данным моделирования, интеграция ИИ в управление проектами позволяет снизить сроки строительства на 15–20 % и сократить прямые затраты на 7–12 % [2]. Публичный доступ к данным цифрового контроля создает беспрецедентный уровень прозрачности, препятствуя коррупционным схемам и некачественному выполнению работ.

Следствие для общества: рациональное использование налоговых средств, повышение доверия к государственным и муниципальным закупкам;

– улучшение экологической обстановки и безопасности труда.ИИ-алгоритмы оптимизируют маршруты перевозки материалов, сокращая пробег автомобильных транспортных средств и выбросы CO_2. Прогнозное обслуживание, основанное на анализе данных, позволяет проводить ремонты до возникновения критических дефектов, что также снижает углеродный след. На стройплощадке системы видеонаблюдения с ИИ отслеживают соблюдение техники безопасности (например, ношение касок, наличие ограждений), что ведет к снижению производственного травматизма [3].

Следствие для общества: улучшение качества городской среды, снижение заболеваемости, сохранение жизни и здоровья рабочих.

К проблемам и рискам внедрения ИИ, можно отнести:

– высокие капитальные затраты и «цифровой разрыв». Развертывание систем ИИ, закупка БПЛА, датчиков и специального программного обеспечения требуют значительных первоначальных инвестиций. Это создает барьер для небольших подрядных организаций и может привести к монополизации рынка крупными игроками. Кроме того, существует риск углубления «цифрового разрыва» между развитыми и депрессивными регионами, где внедрение передовых технологий будет отложено на неопределенный срок.

Социальный риск: усиление регионального неравенства в качестве инфраструктуры;

– дефицит квалифицированных кадров. Отрасль испытывает острую нехватку специалистов, способных работать с Big Data, управлять автономной техникой и интерпретировать данные ИИ-систем. Традиционные инженерные компетенции оказываются недостаточными, что требует коренной перестройки системы высшего и среднего профессионального образования.

Социальный риск: рост структурной безработицы среди работников низкой квалификации и необходимость масштабных программ переобучения;

– технологические риски и этические вопросы. Эффективность ИИ напрямую зависит от качества и репрезентативности данных. «Загрязненные» или неполные данные могут привести к ошибочным рекомендациям. Возникают вопросы ответственности за решения, принятые алгоритмом (например, за брак, выявленный постфактум). Кроме того, системы постоянного видеомониторинга создают риски для приватности работников.

Социальный риск: снижение уровня доверия к технологиям из-за ошибок и отсутствия четкого правового регулирования.

Применение ИИ в строительстве автомобильных дорог представляет собой не просто технологическую модернизацию, а фундаментальную трансформацию отрасли, несущую значительные социально-экономические последствия.

Выявленные плюсы (качество, экономия, прозрачность, экология) имеют долгосрочный и стратегический характер, напрямую способствуя повышению качества жизни граждан и устойчивому развитию страны.

Выявленные минусы (затраты, кадры, риски) носят тактический характер и могут быть нивелированы продуманной государственной политикой.

В связи с вышесказанным необходимо:

–·разработать и профинансировать целевые программы поддержки внедрения ИИ, особенно для малого и среднего бизнеса;

–·реформировать образовательные стандарты по направлению подготовки «Строительство» с акцентом на цифровые компетенции;

–·создать адекватную нормативно-правовую базу, регулирующую использование ИИ, включая вопросы ответственности и защиты данных.

Перспективы дальнейших исследований видятся в оценке социального восприятия этих технологий обществом и в разработке методик расчета их интегрального социально-экономического эффекта [4, 5].

Список источников

1. Иванов С. В., Сидоров К. А. Цифровые двойники в проектировании и строительстве автомобильных дорог // Транспортное строительство. 2022. № 5. С. 44–48.

2. Smith J., Johnson L. Artificial Intelligence in Civil Infrastructure: A Risk-Based Perspective // Journal of Construction Engineering and Management. 2021. Vol. 147(3). P. 110–115.

3. Козлова Е. Л. Умные дороги: технологии и безопасность. М. : Издательство «Транспорт», 2023. 156 с.

4. Петров А. И. Социально-экономические эффекты цифровизации транспортной инфраструктуры // Экономика и управление в строительстве. 2023. № 1. С. 25–31.

5. European Commission. Directorate-General for Mobility and Transport. The future of road construction: AI and sustainability. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2022.

Научная статья
УДК 625.098

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Даниил Владимирович Сперанский[1], Нина Андреевна Гриневич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] greatto69@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Аннотация. Шумовое загрязнение в городах является серьезной проблемой наравне с проблемой выброса вредных веществ от автомобилей. С учетом увеличения интенсивности движения, увеличивается угроза здоровью граждан. Для борьбы с этой проблемой были разработаны методы снижения шумового загрязнения.

Ключевые слова: шум, экраны, насаждения

Для цитирования: Сперанский Д. В., Гриневич Н. А. Методы снижения шумового загрязнения на дорогах общего пользования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 967–971.

Original article

METHODS FOR REDUCING NOISE POLLUTION ON PUBLIC ROADS

Daniil V. Speransky [1], Nina A. Grinevich [2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] greatto69@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Abstract. Noise pollution in cities is a serious problem, along with emissions of harmful substances from cars. Taking into account the increase in traffic intensity, the threat to the health of citizens increases. To combat this problem, methods have been developed to reduce noise pollution.

Keywords: noise, screens, plantations

© Сперанский Д. В., Гриневич Н. А., 2026

For citation: Speransky D. V., Grinevich N. A. (2026) Metody` snizheniya shumovogo zagryazneniya na dorogax obshhego pol`zovaniya [Methods for reducing noise pollution on public roads]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 967– 971. (In Russ).

Шум в окружающей среде представляет собой нежелательный или вредный эффект, создаваемый в результате деятельности человека, в т. ч. шум, излучаемый подвижными (средства дорожного, рельсового, авиационного транспорта) и стационарными (потоки автодорожного транспорта, промышленные предприятия, энергетические и пр. объекты) источниками.

В городах основным источником шумового загрязнения является автомобильный транспорт.

Допустимый уровень шума на улице в жилых районах, согласно действующим нормам, составляет 55 дБ днем (с 7:00 до 23:00) и 45 дБ ночью (с 23:00 до 7:00). Для территорий, прилегающих к больницам, санаториям и образовательным учреждениям, эти нормы немного ниже: 45 дБА днем и 35 дБА ночью [1].

В среднем уровень шума у дорог общего пользования составляет 82 дБА, что сильно превышает допустимый уровень шума.

Для снижения общего уровня шумового загрязнения были разработаны методы и технологии, благодаря которым можно достичь приемлемой громкости и снизить воздействие на здоровье людей.

Самой распространенной технологией борьбы с шумовым загрязнением, нашедшим широкое применение, являются шумозащитные экраны (рис. 1). Суть технологии заключается в установке барьерного ограждения специальной, заранее просчитанной, формы, способной поглощать или отражать обратно звуковые волны.



Рис. 1. Шумозащитные экраны, установленные
на транспортной развязке в Екатеринбурге

Акустический экран – искусственная преграда, устанавливаемая на пути распространения шума от автомобильного транспорта к защищаемому от шума объекту. Типовой акустический экран представляет собой сборную конструкцию, состоящую из следующих основных частей: фундамента (если предусмотрено проектной документацией), несущей конструкции (в частности, опорных стоек) и панелей. В качестве дополнительных элементов используют уплотнения, поперечные профилированные балки, крепежные детали, акустические развязки, козырьки, калитки, ворота, рамы разрывов и т. п.

Размеры экранов определяют в зависимости от интенсивности движения, состава транспортного потока, а также на основе измерения уровня шума на данном участке дороги.

Акустические экраны также должны вписываться в архитектурно-ландшафтный дизайн местности. При архитектурно-ландшафтном проектировании и проработке дизайна акустических экранов для обеспечения гармоничности с окружающим ландшафтом, следует отрабатывать согласованный с окружающей средой дизайн цветовых решений, подчеркивая направление движения, текстуру используемого материала, расчленение длинных экранов на короткие элементы, общую форму.

Экраны снижают уровень шума на 15–25 дБА, а в отдельных случаях до 37 дБА.

Однако установка акустических экранов может быть неэффективна в случаях, когда рельеф местности не располагает пространством для установки, или же сплошность экранов не может быть соблюдена, что сделает всю конструкцию бесполезной.

Альтернативой стандартным шумозащитным экранам могут стать архитектурно-планировочные методы, которые закладываются на этапе проектирования дорог и городской местности.

Сущность таких методов заключается в том, что на этапе проектирования, выбираются варианты, в которых дороги максимально вписываются в рельеф (земляные валы и насаждения), расположены на безопасном расстоянии от жилой застройки, либо прокладываются тоннели, галереи и развязки для снижения уровня шума в центре городов.

Архитектурно-планировочные методы являются более выгодными и эффективными в плане снижения шумового загрязнения, ввиду того что они решают данную проблему на самом раннем этапе. Долговечность метода позволяет десятилетиями обходиться без сложного обслуживания (например, замена устаревших акустических экранов). В итоге зеленые насаждения шириной от 5 до 10 м и высотой от 1,5 и до 7 м снижают уровень шума на 15–30 дБА (рис. 2).

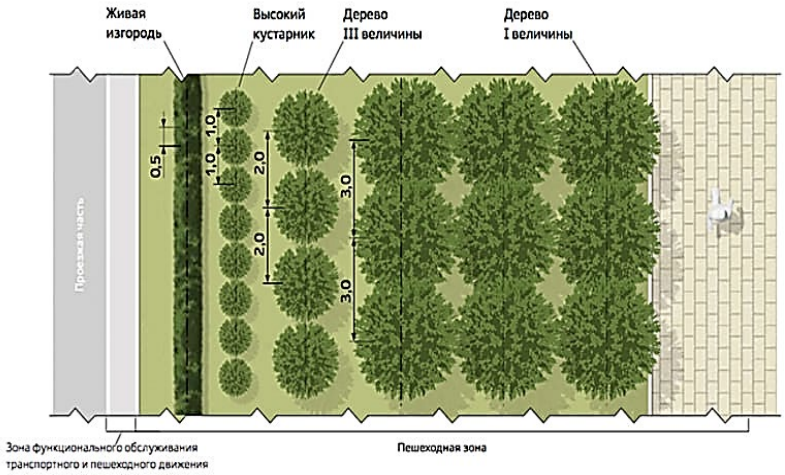


Рис. 2. Схема шумоизоляции, выполненная из зеленых насаждений

Одним из альтернативных способов снижения уровня шума является применение асфальтобетонных покрытий с открытой гранулометрией. Данные материалы получили широкое распространение в странах Европы и Азии. Обладая высоким содержанием пор, данные материалы позволяют поглощать шум от движущегося транспорта, уводя его через структуру покрытия (рис. 3). К таким материалам могут относиться дренирующие, пористо-мастичные, высокопористые асфальтобетоны и т. д.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон SMA Plus с повышенным содержанием пор может стать перспективной смесью, которая позволит значительно снизить уровень шума на дорогах общего пользования.

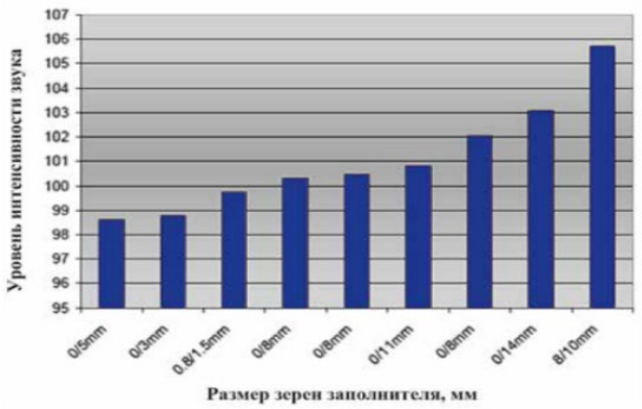


Рис. 3. Уровень шума в зависимости от максимального размера частиц минерального материала для дренирующего асфальтобетона

Следует отметить, что на способность покрытия поглощать шум, существенное влияние оказывает максимальный размер зерен минеральных материалов, применяемых для приготовления асфальтобетона. Установлено, что щебеночно-мастичный асфальтобетон SMA-8 plus с небольшим размером частиц минерального материала обладает большей способностью поглощать шум [2].

В качестве рекомендуемого состава могут быть следующие компоненты: щебень фр. 4–8, дробленный песок, активированный минеральный порошок МП-1, стабилизирующая добавка VIATOP premium, в качестве органического вяжущего может быть битум нефтяной дорожный вязкий и/или битум, модифицированный различными полимерами. Все показатели определяются по ГОСТ 58406.1–2020 «Дороги автомобильные общего пользования».

Таким образом, щебеночно-мастичный асфальтобетон SMA plus с повышенным содержанием пустот и применение минерального материала крупностью не более 8 мм позволяет существенно снизить уровень шума от движущегося транспорта.

Используя один из вышеперечисленных способов или же комбинируя их, можно значительно снизить уровень шумового загрязнения в городах и создать комфортные условия проживания людей.

Список источников

1. ГОСТ Р 53187–2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/-1200069469 (дата обращения: 02.03.2026).

2. ГОСТ Р 58401.1–2019. Дороги автомобильные общего пользования смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200164804 (дата обращения: 02.03.2026).

Научная статья
УДК 69.002.5

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Даниил Владимирович Сперанский[1], Нина Андреевна Гриневич[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] greatto69@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Аннотация. На сегодняшний день отрасль дорожного строительства, как и другие отрасли промышленности, сталкивается с потребностью внедрения новых автоматизированных роботизированных комплексов для поэтапного повышения качества и скорости выполнения работ. В данной статье рассмотрены примеры таких комплексов.

Ключевые слова: роботы, дорожное строительство, искусственный интеллект

Для цитирования: Сперанский Д. В., Гриневич Н. А. Применение автоматизированных роботизированных комплексов в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 972–976.

Original article

APPLICATION OF AUTOMATED ROBOTIC COMPLEXES IN ROAD CONSTRUCTION

Daniil V. Speransky [1], Nina A. Grinevich [2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] greatto69@gmail.com
[2] grinevichna@m.usfeu.ru

Abstract. Today, the road construction industry, like other industries, is faced with the need to introduce new automated robotic systems to gradually improve the quality and speed of work. This article discusses examples of such complexes.

Keywords: robots, road construction, artificial intelligence

© Сперанский Д. В., Гриневич Н. А., 2026

For citation: Speransky D. V., Grinevich N. A. (2026) Primenenie avtomatizirovanny`x robotizirovanny`x kompleksov v dorozhnom stroitel`stve [Application of automated robotic complexes in road construction]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 972–976. (In Russ).

Сегодня все больше промышленников стало обсуждать идею внедрения различных автоматизированных роботизированных систем под управлением искусственного интеллекта в различные сферы нашей жизни. Дорожное строительство исключением не стало, так как данная отрасль промышленности имеет широкие возможности внедрения подобных технологий [1].

Было сформировано несколько основных направлений внедрения роботизированных комплексов в дорожном строительстве.

Роботы для ремонта и обслуживания автомобильных дорог являются одними из самых перспективных и были протестированы во многих странах мира, показав не только высокую эффективность, но и широкую географию их применения.

В качестве примера можно рассмотреть автономного робота Tracer калифорнийской компании Pave Robotics, который от лабораторных испытаний перешел к практическим на улицах городов (рис. 1).

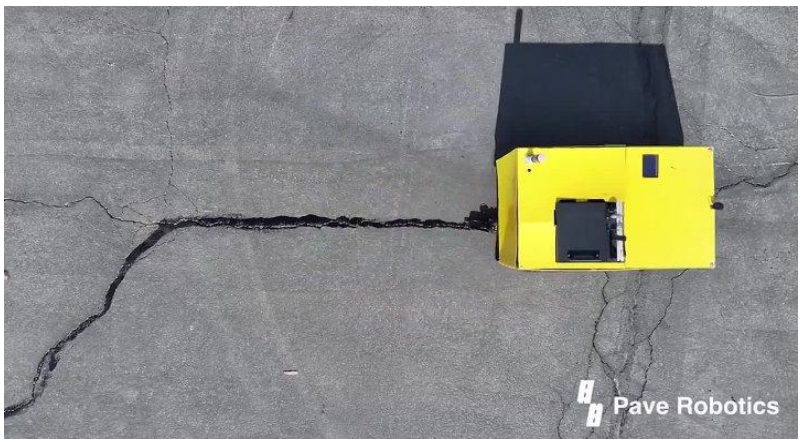


Рис. 1. Робот Tracer в процессе работы

Робот способен автономно обнаруживать трещины на дорожном покрытии, удалять мусор и наносить специальный горячий герметик с высокой точностью, избегая перерасхода материала. В процессе работы он также собирает данные о текущем состоянии дорожного покрытия и производит фотометрию проделанных работ, что в последствии может пригодиться для дальнейшей работы.

Tracer позволяет сократить время и трудозатраты на ремонт, а также оптимизирует рабочий процесс.

Помимо применения роботизированных комплексов для ремонтных работ существует возможность их привлечения для работы на объектах капитального строительства.

Первая линейка роботов для работы на строительных площадках была представлена в 2018 г. японской корпорацией Shimizu Corporation и включала в себя три модели выполнения различных задач [2].

Робот-сварщик, который с помощью оптических, лазерных датчиков и высокой степенью свободы манипуляторов, способен выполнять качественные сварочные работы без помощи человека (рис. 2). В программу робота уже заложена большая база данных для выполнения работ с различными материалами и технологиями сварки.



Рис. 2. Робот-сварщик Shimizu Corporation

Робот-транспортер предназначен для автоматической транспортировки материалов к месту проведения работ. Его основным преимуществом является работа через интернет вещей, когда несколько различных систем объединены в общую систему, которая способна самостоятельно анализировать потребность в материалах в разных точках строительной площадки и отправлять робота с материалом туда, где это необходимо.

Двурукий многозадачный робот «Buddy» является основным «рабочим» на строительной площадке. Он способен выполнять широкий спектр задач от монтажа панелей до финишной отделки помещений. Две «руки» способны поднимать грузы до 30 кг, а также обладают большой подвижностью. Как и остальные продукты корпорации Shimizu «Buddy», подключается к общему интернету вещей.

Перечисленные роботы в сфере дорожного строительства могут быть привлечены для монтажа шумозащитных экранов, барьерных ограждений, сварочных работ при монтаже мостовых сооружений и прочих работ.

К 2025 г. роботы прошли через цепочку модернизаций, которые позволили повысить автономность и возможность дальнейшей интеграции ИИ технологий. Качество выполнения рабочих задач значительно улучшилось, процент брака снизился, точность выполнения сварочных работ выросла до 98,7 %, координация разных моделей роботов через BIM стала еще лучше. В итоге доля операций на строительной площадке, выполняемой роботами, достигла почти 10 %, что подтвердило перспективность технологии.

В России на данный момент рассматривается концепция внедрения робототехники в сфере дорожного строительства. Существует несколько направлений, в которых планируется применять роботов, некоторые из них уже используются, другие же только на стадии обсуждений.

Мониторинг и инспекция дорожного покрытия – одна из сфер строительства, в которой применение автоматизированных комплексов уже активно используется и во многом интегрированно в BIM технологии. Это позволяет улучшать качество выполняемых работ и оперативно проводить диагностику дорожного покрытия.

Перемещение материалов с помощью беспилотных грузовиков переходит из сферы фантастики в действительность, с которой нам предстоит столкнуться на дорогах общего пользования в самом ближайшем будущем [3]. На сегодняшний день испытания беспилотных грузовиков было продлено до 2028 г., с расширением географии на Башкортостан, Пермский край и Свердловскую область (рис. 3). В дальнейшем такие грузовики смогут выполнять рейсы от асфальтобетонных заводов до мест проведения строительных работ.



Рис. 3. Опытный образец беспилотного грузовика

Помимо автоматизированной доставки строительных материалов рассматривается возможность автоматизированного управления различной строительной техникой. Это позволит повысить точность и скорость выполнения работ, а также даст возможность делать это круглосуточно.

Применение автоматизированных роботизированных комплексов в дорожном строительстве представляет собой не просто перспективную технологию будущего, а объективную необходимость современного этапа технологического развития отрасли. Анализ международного опыта и текущих разработок демонстрирует поступательную трансформацию традиционных процессов строительства и эксплуатации дорог в направлении цифровизации, автономности и повышения общей эффективности.

Список источников

1. Автоматизация и роботизация : как прошла XIII Международная конференция «BIM на практике 2025» // Телеспутник : [сайт]. URL: https://telesputnik.ru/materials/companies/news/avtomatizaciya-i-robotizaciya-kak-prosla-xiii-mezdunarodnaya-konferenciya-bim-na-praktike-2025 (дата обращения: 15.11.2025).

2. AROUND THE NETWORK: Shimizu Smart Site Brings Together People and Robots to Improve Productivity on Job Sites // BUILTWORKS : [сайт]. URL: https://builtworlds.com/news/around-network-shimizu-smart-site-brings-together-people-robots-improve-productivity-job-sites/ (дата обращения: 18.11.2025).

3. В России продолжится развитие движения беспилотных грузовиков // Цифровой транспорт и логистика : [сайт]. URL: https://dtla.ru/news/v-rossii-prodolzhitsya-razvitie-dvizheniya-bespilotnykh-gruzovikov/ (дата обращения: 18.11.2025).

Научная статья
УДК 624.21.042.8:625.032.435:629.3.015.5

ПРИЧИНЫ УХУДШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

Никита Владиславович Тепикин[1], Сергей Александрович Чудинов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] tepikin-n@yandex.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматривается проблема ухудшения технического состояния мостовых сооружений (путепроводов), анализируются ключевые причины деградации конструкций и детально разбирается один из наиболее опасных дефектов – косые трещины на асфальтобетонных покрытиях.

Ключевые слова: косая трещина, мостовое сооружение, дефекты, долговечность

Для цитирования: Тепикин Н. В., Чудинов С. А. Причины ухудшения технического состояния мостового сооружения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 977–979.

Original article

CAUSES OF DETERIORATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE BRIDGEWORK

Nikita V. Tepikin[1], Sergey A. Chudinov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] tepikin-n@yandex.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the problem of deteriorating technical condition of bridgeworks (overpasses), analyzes the key causes of structural degradation, and provides a detailed examination of one of the most dangerous defects — diagonal cracks in asphalt‑concrete pavements.

Keywords: diagonal crack, bridgework, defects, durability

© Тепикин Н. В., Чудинов С. А., 2026

***For citation**:* Tepikin N. V., Chudinov S. A. (2026) Prichiny` uxudsheniya texnicheskogo sostoyaniya mostovogo sooruzheniya [Causes of deterioration of the technical condition of the bridgework]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 977–979. (In Russ).

Причины ухудшения технического состояния моста:

– отсутствие укрепления насыпи, размыв конуса из-за отсутствия водоотвода;

– трещины в опорах (образуются из-за неравномерной осадки опоры в первые годы после постройки опоры), шкафной стенке и откосных крыльях;

– недостаточная толщина защитного слоя, «просвечивание» арматуры избыточная нагрузка, частые колебания температуры, вибрации, использование некачественных материалов, карбонизация бетона, коррозия арматуры в бетоне;

– отсутствие водоотвода с мостового сооружения, нарушение гидроизоляции приводит к протечкам воды на опорные части;

– загрязнение опорных узлов из-за разрушения бетона;

– разрушение покрытия над деформационным швом;

– разрушение дорожного покрытия: отдельные неровности, волны, ямы, выбоины.

Давайте подробнее рассмотрим дефект, известный как «Косая трещина». Этот дефект представляет собой не только эстетическую проблему, но и серьезную угрозу для безопасности дорожного движения и долговечности покрытия. В данной статье мы рассмотрим причины, механизмы формирования и способы предотвращения появления косых трещин на асфальтобетонных покрытиях.

Расслоение асфальтобетонных покрытий приводит к ухудшению их состояния и сокращению срока эксплуатации. Чтобы предотвратить появление трещин, важно понимать причины и механизм их формирования на покрытиях.

Косые трещины возникают в результате различных факторов, влияющих на состояние асфальтобетонного покрытия. Основные причины их появления включают:

1) температурные колебания: асфальтобетонные покрытия подвержены значительным температурным изменениям, что приводит к их сжатию или расширению. При резком охлаждении или нагреве покрытия могут не выдерживать предельных напряжений, что и приводит к образованию трещин;

2) деформации основания: основной причиной возникновения трещин является деформация основания и земляного полотна. Если основание недостаточно прочное или стабильное, оно может вести себя неадекватно под нагрузкой, что вызывает прогибы и, как следствие, трещины;

3) погодные условия: влияние атмосферных явлений (дождь, снег, мороз) также играет важную роль. Во время оттаивания грунтов весной происходит резкое изменение состояния основания, что может привести к образованию трещин на поверхности;

4) качество материалов: использование некачественных материалов, например, мелкого глинистого песка в подстилающем слое, может значительно снизить прочность покрытия. Это делает его более уязвимым к образованию трещин;

5) неправильное проектирование: ошибки на этапе проектирования (недостаточная толщина покрытия или неправильный выбор структуры слоев) могут привести к неравномерному распределению нагрузок и, соответственно, к образованию трещин.

Косые трещины формируются, когда предельно допустимые значения растяжения и удлинения покрытия при определенных температурных и нагрузочных условиях оказываются недостаточными. При этом, если прогибы покрытия превышают 0,5 мм зимой и 1–1,5 мм летом, это может привести к заметному растрескиванию. Для более тонких покрытий, толщиной менее 5 см, эти значения снижаются, а для более толстых – увеличиваются. Трещины могут также образовываться в результате неравномерного поднятия грунта, вызванного пучением или набуханием пылевато-глинистых фракций. Когда земляное полотно поднимается неравномерно, это приводит к короблению покрытия, что является одной из основных причин возникновения косых трещин.

При выявлении дефекта (косая трещина) необходимо определить, указывает ли данный дефект на изменения в конструктивных элементах мостового сооружения, которые могут повлиять на безопасность его дальнейшей эксплуатации.

Научная статья
УДК 630.233

ИЗМЕНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Мария Владимировна Ульянова[1], Алексей Юрьевич Шаров[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ulanovamaria6666@gmail.com
[2] shaiu1972@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе рассмотрено изменение несущей способности дорожной одежды в зимний период.

Ключевые слова: автомобильная дорога, несущая способность, зимний период

Для цитирования: Ульянова М. В., Шаров А. Ю. Изменение несущей способности автомобильных дорог общего пользования в зимний период // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 980−982.

Original article

CHANGES IN THE BEARING CAPACITY OF PUBLIC HIGHWAYS IN WINTER

Maria V. Ulyanova[1], Alexey Yu. Sharov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ulanovamaria6666@gmail.com
[2] shaiu1972@mail.ru

Abstract. The article discusses the change in the bearing capacity of road pavement in winter.

Keywords: road, bearing capacity, winter period

For citation: Ulyanova M. V., Sharov A. Yu. (2026 Izmenenie nesushhej sposobnosti avtomobil`ny`x dorog obshhego pol`zovaniya v zimnij period. [Changes in the bearing capacity of public highways in winter]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 980–982. (In Russ).

© Ульянова М. В., Шаров А. Ю., 2026

Наступление зимы означает для дорожных служб период повышенной ответственности. Эксплуатационные характеристики автомобильных дорог в холодный сезон значительно изменяются из-за отрицательных температур, формирования снежного покрова и гололедицы. Обеспечение необходимого уровня несущей способности дорожных одежд определяет как непрерывность движения, так и уровень безопасности на автомобильных дорогах.

Данная статья посвящена рассмотрению несущей способности автомобильных дорог общего пользования в зимний период.

Оценка несущей способности автомобильных дорог общего пользования в зимний период включает оценку состояния проезжей части, обочин и элементов обустройства, а также оценку влияния неблагоприятных погодных условий. Основная цель – обеспечить безопасное и бесперебойное движение автомобилей, учитывая снегозаносимость и гололедность.

Нормативными документами, регламентирующими оценку несущей способности автомобильных дороги служат национальные стандарты РФ ГОСТ Р 59434–2021, который устанавливает требования к уровню зимнего содержания автомобильных дорог общего пользования [1], а также ГОСТ Р 58948–2020, который регламентирует правила для автомобильных зимних дорог и ледовых переправ [2].

Способы диагностики различаются по своей сложности. Наиболее быстрым является визуальный контроль, более точные данные предоставляет инструментальный контроль. Например, определение высоты снежного покрова с помощью измерительных линеек. Если результаты проверки показывают отклонение от нормативных требований, владельцы дорог и эксплуатирующие организации обязаны принять меры – устранить обнаруженные дефекты содержания или установить временные ограничения движения транспортных средств, вплоть до его полного прекращения [3].

Показатель устойчивости дороги к нагрузкам зимой изменяется и напрямую зависит от воздействия природных факторов. Основным выступает изменение механических свойств грунта при замерзании. При глубоком промерзании, когда температура грунта значительно ниже нуля, модуль упругости основания может превышать 50 МПа, а его прочность усиливаться благодаря мерзлому сцеплению. Однако дополнительные слои основания, устроенные из сыпучих материалов, подвергаются недопустимым сдвигающим напряжениям, оказываясь на жестком земляном полотне из-за пропуска тяжелого транспорта. Это приводит к образованию колейности.

Несущую способность основания оценивают двумя методами – по предельному сопротивлению грунта и по оценке модуля упругости. Например, для зимней лесовозной дороги предельные нагрузки устанавливают в зависимости от глубины промерзания: в период устойчивых морозов (промерзание 30–50 см) разрешается движение техники с нагрузкой на ось до 10 тонн-сил, при небольшом промерзании (менее 30 см) или во время оттепели, нагрузка снижается до 5–6 тонн-сил. В случае интенсивного таяния может

произойти полное закрытие автомобильной дороги для грузового транспорта (таблица).

Размеры толщины мерзлого основания в зависимости
от массы одиночного автомобиля с полной нагрузкой

Масса с полной нагрузкой, т	Требуемая толщина мерзлого основания $h_{тр}$, м	Требуемая ширина мерзлого основания $B_{тр}$, м
Колесная нагрузка		
10,5	0,30	23
14,2	0,35	23
23,4	0,49	25
48,0	0,65	25
78,4	0,95	25
80,0	0,66	35
100,0	0,65	35
120,0	1,00	35
Гусеничная нагрузка		
7,5	0,29	23
13,7	0,38	23
25,0	0,48	25
60,0	0,82	35

В заключение следует отметить, что поддержание допустимой несущей способности автомобильных дорог в зимний период – это комплексный подход, который требует обязательного следования стандартам, диагностике и оперативного решения. Именно комплексный подход позволяет обеспечит безопасность движения и бесперебойность транспортного потока на автомобильной дороге.

Список источников

1. ГОСТ Р 59434–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к условиям зимнего содержания. Критерии и методы контроля. URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/289/GOSTR59434-2021.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

2. ГОСТ Р 58948–2022. Дороги автомобильные общего пользования. Дороги автомобильные зимние и ледовые переправы. Технические правила устройства и содержания. URL: https://rosgosts.ru/file/gost/93/080/gost_r_58948-2020.pdf (дата обращения: 02.03.2026).

3. Оценка несущей способности грунта зимней лесовозной дороги с различной глубиной промерзания // CyberLeninka : [сайт]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nesuschey-sposobnosti-grunta-zimney-lesovoznoy-dorogi-s-razlichnoy-glubinoy-promerzaniya (дата обращения: 29.11.2025).

Научная статья
УДК 624.138

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ В СЛОЯХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Армен Варданович Хачатрян[1], Сергей Александрович Чудинов[2], Алексей Вячеславович Моцный[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] armen.khach60@yandex.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru
[3] motsnyj31@gmail.com

Аннотация. Добавление катионного полиэлектролита повышает прочностные характеристики укрепленных грунтов, сокращая стоимость строительства. Оптимальная дозировка добавки обеспечивает формирование прочной кристаллизационной структуры и повышает долговечность дорожной одежды.

***Ключевые слова*:** автомобильная дорога, катионный электролит, стабилизирующие добавки, строительство, ресайклер

Для цитирования: Хачатрян А. В., Чудинов С. А., Моцный А. В. Эффективное применение укрепленных грунтов в слоях конструкций дорожных одежд // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 983−987.

Original article

EFFECTIVE USE OF STRENGTHENED SOILS IN ROAD STRUCTURE LAYERS

Armen V. Khachatryan[1], Sergey A. Chudinov[2], Alexey V. Motsnyy[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] armen.khach60@yandex.ru
[2] chudinovsa@m.usfeu.ru
[3] motsnyj31@gmail.com

Abstract. The addition of a cationic polyelectrolyte improves the strength properties of strengthened soils, reducing construction costs. Optimal dosing of

© Хачатрян А. В., Чудинов С. А., Моцный А. В., 2026

the additive ensures the formation of a strong crystallization structure and increases the durability of the road pavement.

***Keywords*:** highway, cationic electrolyte, stabilizing additives, construction, recycler

***For citation*:** Khachatryan A. V., Chudinov S. A., Motsnyy A. V. (2026) E`ffektivnoe primenenie ukreplenny`x gruntov v sloyax konstrukcij dorozhny`x odezhd [Effictive use of strengthened soils in road structure layers]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 983–987. (In Russ).

Автомобильная дорога как линейное капитальное сооружение должна обеспечить бесперебойное и безопасное движение транспортных средств. Долговечность автомобильной дороги зависит от качества применяемых материалов в конструкций дорожной одежды. Основными материалами для строительства дорожной одежды является щебень, песок, гравий, асфальтобетонная смесь и т. д. Но иногда применение традиционных инертных материалов в основании конструкции дорожной одежды повышает стоимость строительства в районах с их незначительным распространением либо полным отсутствием [1].

Дорожная отрасль является одной из крупных капиталоемких отраслей, поэтому важно обеспечить оптимальное соотношение между надежностью сооружений и эффективностью использования денежных средств. Важно отметить, что особое внимание следует уделять разработке эффективных современных ресурсосберегающих технологий. Это позволит не только снизить затраты, но и повысить долговечность дорожных конструкций [2].

Для снижения объема применяемых инертных материалов в дорожном строительстве эффективным является применение технологии укрепления грунтов. Данная технология особенно эффективна в регионах с дефицитом традиционных дорожно-строительных материалов, позволяя существенно снизить стоимость строительства при сохранении высоких эксплуатационных характеристик дорожных конструкций.

Технология укрепления грунтов позволяет эффективно работать с различными типами грунтов, из которых производится возведение земляного полотна автомобильных дорог. Процесс укрепления грунтов представляет собой ряд технологических процессов, где изначально грунт измельчается, затем распределяется вяжущий материал в соответствующей дозировке на поверхность грунта. Затем с помощью ресайклера или дорожной фрезы грунт смешивается с вяжущим материалом и химическими добавками. После этого поверхность с помощью автогрейдера профилируется и окончательно уплотняется дорожными катками. Укрепленный грунт должен

обеспечивать транспортно-эксплуатационные показатели и долговечность автомобильной дороги [3].

В технологии укрепления грунтов наблюдается рост применения разнообразных активных модифицирующих добавок. Для улучшения прочностных характеристик, и повышения стойкости к воздействию влаги и циклам «замораживания – оттаивания» цементогрунтовых слоев, обработанных портландцементом, целесообразно использовать стабилизирующие полифилизационные добавки (далее – добавки). Одной из наиболее результативных является катионный полиэлектролит, который вводится в грунтово-цементную смесь в растворенном виде. В результате внесения добавки формируются высокомолекулярные полимерные катионы, способные активно вступать во взаимодействие с ацидоидными компонентами глины.

Механизм воздействия данной добавки на глинистую фракцию основан на процессе адсорбции макромолекулярных соединений на поверхности твердых частиц. Полиэлектролит, обладая положительным зарядом, закрепляется на глинистых минералах за счет электростатического притяжения, а также удерживается водородными связями и слабым межмолекулярным взаимодействием, возникающим в силу отрицательного заряда кристаллической решетки. В ходе адсорбции происходит также замещение ионов простых электролитов, присутствующих в приповерхностном слое частиц. Дополнительное усиление межпакетных контактов обеспечивается тем, что макромолекулы полиэлектролита способны проникать в межслоевые промежутки минералов [4].

На рисунке показаны результаты испытаний прочности цементогрунтов с добавкой портландцемента, с учетом влияния стабилизирующих компонентов На графике видно, что добавки значительно повышают прочность и устойчивость грунта по сравнению с контрольной смесью без добавок.

Эффективное укрепление грунтов цементогрунтовыми смесями напрямую зависит от правильного подбора добавок. Ключевым моментом является оптимальная концентрация модифицирующего компонента, которая обеспечивает минимизацию электрокинетического потенциала глинистых частиц. В результате включения полиэлектролита в структуру глинистого грунта происходит частичная нейтрализация поверхностного заряда, что способствует стабилизации дисперсной системы и улучшению эксплуатационных свойств цементогрунтового материала. При таких условиях формируется прочная и устойчивая структура грунта, способствующая улучшению его механических характеристик [5].

При превышении рекомендуемой дозы добавки наблюдается отрицательный эффект: избыточное накопление вещества на поверхности частиц нарушает их взаимодействие и препятствует полноценному формированию цементной матрицы. В результате прочность и долговечность цементогрунта снижаются, а процессы структурообразования замедляются.

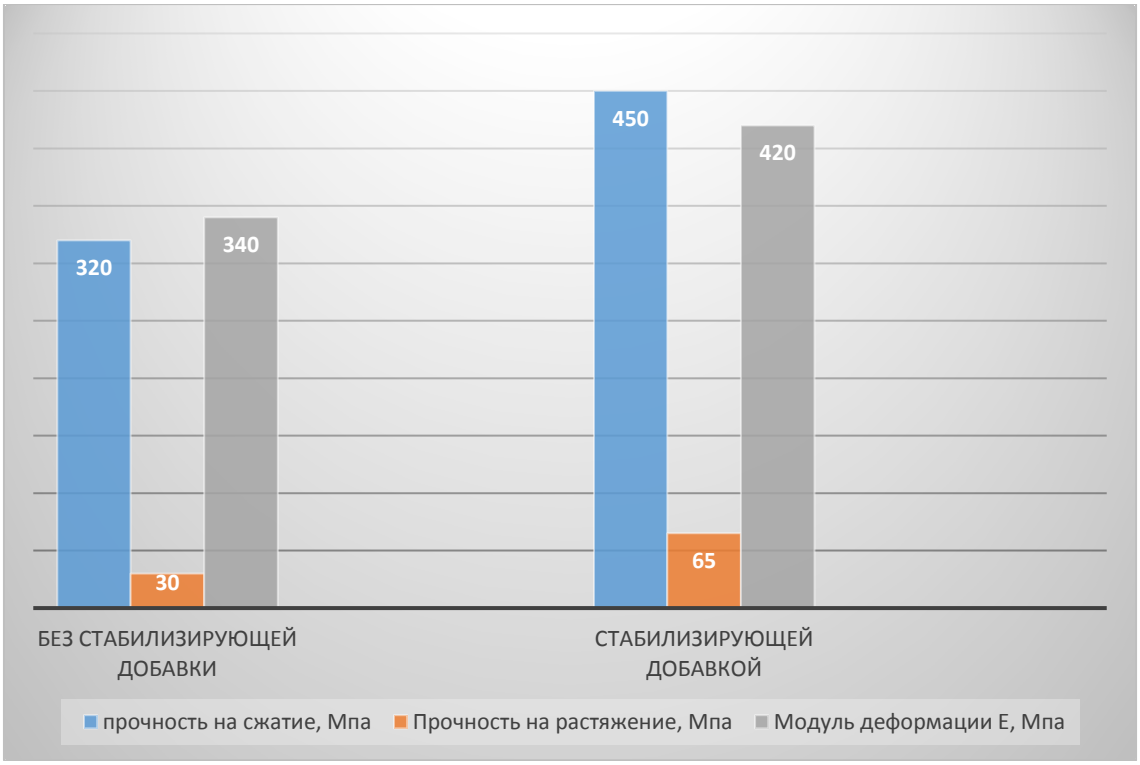


Диаграмма зависимости прочностных показателей цементогрунтов, укрепленных портландцементом, с добавлением стабилизирующих добавок и без них

Для точного определения рациональной дозировки добавок в грунтах, усиленных портландцементом, необходимо проведение целенаправленных лабораторных и экспериментальных исследований. Такие исследования позволяют изучить влияние кристаллизационных процессов и взаимодействия частиц на конечные эксплуатационные свойства цементогрунта.

Правильно подобранная добавка значительно повышает физико-механические характеристики материала, улучшает эксплуатационные показатели дорожных слоев и увеличивает срок службы покрытий. Формирование устойчивой структуры снижает деформации и способствует увеличению межремонтного периода, что обеспечивает долговечность и надежность дорожной конструкции.

Список источников

1. Чудинов С. А. Совершенствование технологии укрепления грунтов в строительстве автомобильных дорог лесного комплекса. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 164 с.

2. Крылов В. Н. Устройство дорожных одежд из местных грунтом путем их укрепления. М., 1965. 135 с.

3. Чудинов С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 174 с

4. Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В. Укрепление грунтов портландцементом с добавлением комплексной добавки, продлевающей строительный период // Инновационный транспорт. 2022. № 4 (46). С. 48–51.

5. Чудинов С. А., Булдаков С. И. Теоретические исследования процессов структурообразования глинистых грунтов, укрепленных портландцементом с добавкой полиэлектролита // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 5. С. 82–88.

Научная статья
УДК 625.7

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ СМЕРТНОСТИ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ С УЧАСТИЕМ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Сергей Александрович Чудинов[1], Александра Петровна Антонова [2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] chudinovsa@m.usfeu.ru
[2] antonova_s87@mail.ru

Аннотация. Рассматривается проблема столкновений транспортных средств с дикими животными крупного размера, которые зачастую приводят к гибели водителя и пассажиров транспортного средства, а также животного. Цель исследования – провести системный анализ существующих мероприятий по предотвращению подобных ДТП и минимизации их последствий.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дикие животные, смертность

Для цитирования: Чудинов С. А., Антонова А. П. Мероприятия по снижению смертности в дорожно-транспортных происшествиях с участием диких животных на автомобильных дорогах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 988−992.

© Чудинов С. А., Антонова А. П., 2026

Original article

MEASURES TO REDUCE MORTALITY IN ROAD TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING WILDLIFE ANIMALS ON HIGHWAYS

Sergey A. Chudinov[1], Alexandra P. Antonova [2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] chudinovsa@m.usfeu.ru
[2] antonova_s87@mail.ru

Abstract. The article discusses the problem of vehicle collisions with large wildlife animals, which often lead to the death of the driver and passengers of the vehicle, as well as the animal. The purpose of the research is to conduct a systematic analysis of existing measures to prevent such accidents and minimize their consequences.

Keywords: road safety, wildlife animals, mortality

For citation: Chudinov S. A., Antonova A. P. (2026) Meropriyatiya po snizheniyu smertnosti v dorozhno-transportny`x proisshestviyax s uchastiem dikix zhivotny`x na avtomobil`ny`x dorogax [Measures to reduce mortality in road traffic accidents involving wildlife animals on highways]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 988–992. (In Russ).

Рост уровня автомобилизации населения и расширение сети автомобильных дорог приводят к фрагментации естественных местообитаний диких животных и увеличению количества дорожно-транспортных происшествий с ними [1, 2]. Количество подобных ДТП с каждым годом увеличивается. При столкновении автомобиля с лосем вероятность смертельного исхода 1 из 8 случаев для человека, в 95 % случаев погибает животное [3].

Ежегодный прирост ДТП с участием диких животных составляет 7–10 % в год. Учитывая положительную динамику роста дорожно-транспортных происшествий, очевидно, что проблема является острой и традиционные мероприятия становятся малоэффективны. В связи с этим, целью данной работы является систематизация и сравнительный анализ мероприятий снижения смертности в дорожно-транспортных происшествиях с участием диких животных.

Для предотвращения ДТП с участием дикого животного, необходимо минимизировать риск выхода животного на проезжую часть и сконцентрировать внимание водителя.

Инженерно-технические мероприятия. Устройство специальных проходов (переходов) для диких животных – наиболее эффективное инженерное

решение для безопасного пересечения животными автомобильной дороги. Данные сооружения классифицируются в зависимости от своего конструктивного исполнения на три вида: тоннельного, трубного и мостового [4].



Рис. 1. Экодук мостового типа. Калужская область, Дзержинский район, М-3 Украина, 171-й километр

Защитные ограждения – устройство, предназначенное для предотвращения выхода животных на полосу отвода дороги: проектируют сетчатые панели высотой, рассчитанной от видов животного и высоты снежного покрова [5].

В качестве защитного ограждения на территории Вологодской области установлено электрическое ограждение. Ограждение представляет собой несколько рядов металлических проводов, закрепленных датчиками и информационными указателями.между стойками, через который проходит ток 12 В. Ограждение оборудовано датчиками и информационными указателями, проходами для животных. Изгородь установили на дороге Вологда – Новая Ладога в 2013 г. (рис. 2). За первые три года эксплуатации на экспериментальном участке не произошло ни одного ДТП, что свидетельствует об эффективности защитного ограждения.



Рис. 2. Ограждение «Электронный пастух». Вологодская область, федеральная дорога Вологда–Новая Ладога (км 42 – км 47)

Системы обнаружения животных и предупреждения водителей. Оборудование участков автомобильных дорог в прогнозируемых местах появления диких животных датчиками, видеокамерами с целью заблаговременного предупреждения водителей о выходе животного на проезжую часть. В России есть разработки подобных интеллектуальных систем, но экспериментальных участков пока не существует. Однако существует успешный мировой опыт применения интеллектуальных систем обнаружения, например, в Канаде. Система обнаружения крупных животных (LADS – Large Animal Detection System) – это технологическое решение, основанное на использовании сетей сенсоров (радаров, пассивных инфракрасных датчиков, камер с алгоритмами компьютерного зрения) для мониторинга придорожной полосы. Эксплуатация системы показала положительную динамику повышения безопасности дорожного движения, количество обращений о ДТП с участием крупных животных снизилась более чем на 80 % [6].

Организационно-информационные мероприятия. Наиболее популярный способ оповестить водителей о вероятности выхода животного на проезжую часть является установка дорожного знака 1.27 «Дикие животные». Однако его эффективность ограничена из-за явления «привыкания» водителей к постоянным знакам, а также низкой информативности, поскольку знак не отражает реальной ситуации на дороге.

На опасных участках автомобильной дороги необходимо регулирование скорости движения, особенно в ночное время. Снижение скорости транспортного потока позволяет увеличить время реакции водителя и сократить тормозной путь, что критически важно при внезапном появлении крупного животного на проезжей части.

Биологические мероприятия. Нормативное содержание автомобильной дороги, а именно своевременная ликвидация растительности необходима для улучшения видимости для водителя и снижения привлекательности придорожной полосы как кормового угодья для животного.

Установка акустических отпугивателей как дополнительный метод предотвращения выхода животного на проезжую часть.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что проблема дорожно-транспортных происшествий с дикими животными требует комплексного и системного подхода. Ни одно из рассмотренных мероприятий не является универсальным решением, снижение количества смертельных ДТП с участие диких животных требует комплексного подхода.

Наиболее результативными решениями по повышения безопасности дорожного движения на сегодняшний день являются биопереходы в комбинации с защитными ограждениями, которые решают вопрос безопасной миграции дикого животного и предотвращают его выход на проезжую часть.

Перспективным направлением является внедрение интеллектуальных систем мониторинга и предупреждения (типа LADS), которые позволяют перейти от пассивного информирования к активному управлению ситуацией на дороге в реальном времени.

Список источников

1. Порин В. О., Чудинов С. А. Малозатратные мероприятия по повышению безопасности дорожного движения // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. Гомель : Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2022. С. 390–392.

2. Национальный проект «Безопасные качественные дороги» // Rosavtodor : [сайт] URL: https://rosavtodor.gov.ru/about/upravleniefda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi (дата обращения: 15.11.2025).

3. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения // Stat : [сайт]. URL: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 15.11.2025).

4. Рубцов А. А., Евгеньев Г. И. Биопереходы для животных на автомобильных дорогах I категории // Международный студенческий научный вестник. 2017. С 1044–1047.

5. Дорожные ограждения защитные для животных. [Электронный ресурс] URL: https://russianhighways.ru/upload/iblock/fdb/STO-10690-827_015_2019-izm.1.PDF (дата обращения: 10.11.2025).

6. Manjot Kaur, Dr. Rajneesh Randhawa Animal Detection: Techniques, Challenges and Future Scope [Электронный ресурс]. URL: https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v9i1/A4974119119.pdf (дата обращения: 10.11.2025).

Промышленная экология и ресурсосберегающие технологии, химические и биотехнологии

Научная статья
УДК 628.31

ПРИМЕНЕНИЕ КОРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS*) В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ВОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Альбина Руслановна Акберова[1], Ильдар Гильманович Шайхиев[2]
[1, 2] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
[1] 2512belayalbina2512@gmail.com
[2] ildars@inbox.ru

Аннотация. Исследовано применение измельченной коры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в качестве сорбционного материала для удаления аварийных разливов нефти с водной поверхности. Определены значения максимальной нефтеемкости по нефтям девонского и карбонового отложений.

Ключевые слова: кора сосны, нефть, сорбционный материал, водная поверхность

Для цитирования: Акберова А. Р., Шайхиев И. Г. Применение коры сосны обыкновенной (Pinus sylvestris) в качестве сорбционного материала для ликвидации нефтяных загрязнений с водных поверхностей // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 994−997.

Original article

APPLICATION OF SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS*) BARK AS A SORPTION MATERIAL FOR REMOVING OIL POLLUTION FROM WATER SURFACES

Albina R. Akberova[1], Ildar G. Shaikhiev[2]
[1, 2] Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
[1] 2512belayalbina2512@gmail.com
[2] ildars@inbox.ru

Abstract. The use of crushed Scotch pine (*Pinus sylvestris*) bark as a sorption material for removing accidental oil spills from the water surface was researched.

© Акберова А. Р., Шайхиев И. Г., 2026

The values of the maximum oil absorption capacity for devonian and carboniferous oils have been determined.

Keywords: pine bark, oil, sorption material, water surface

For citation: Akberova A. R., Shaikhiev I. G. (2026) Primenenie kory` sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris*) v kachestve sorbcionnogo materiala dlya likvidacii neftyany`x zagryaznenij s vodny`x poverxnostej [Application of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) bark as a sorption material for removing oil pollution from water surfaces]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 994–997. (In Russ).

Удаление разливов нефти с водной поверхности – сложная и дорогостоящая задача [1]. Эффективность мер по ликвидации аварий во многом определяется скоростью реагирования и четкостью взаимодействия государственных служб, частных компаний и организаций международного уровня.

В настоящее время применяются различные способы очистки водоемов от загрязнений нефтью: механический сбор, использование физических и химических методов, термическое воздействие и биотехнологии. Однако одним из самых распространенных подходов остается сорбционный способ, заключающийся в поглощении нефти специальными материалами, которые связывают нефть своей поверхностью [2]. На сегодняшний день существует около двухсот видов коммерчески выпускаемых нефтесорбентов, но их недостатком часто становятся низкая сорбционная емкость по нефти и дороговизна. Кроме того, необходимые сорбенты не всегда имеются вблизи места аварии.

С целью преодоления указанных проблем и повышения экономичности процесса ученые активно изучают возможность применения природных органических отходов, таких как остатки сельскохозяйственной продукции и лесозаготовительной индустрии, в качестве сорбирующих компонентов. Особый интерес представляют продукты переработки дерева, такие как опилки, щепа, стружка, кора, шишки и прочие элементы древесной массы [3, 4].

Один из таких побочных продуктов лесной промышленности – кора деревьев, образующаяся в процессе окорки бревен. Применение коры деревьев в качестве сорбционного материала для удаления нефтяных разливов является перспективным методом [5].

Данная работа посвящена исследованию измельченной коры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в качестве эффективного средства для сбора нефти с поверхности воды. Этот вид древесины распространен на всей

Европейской территории России, а ежегодные объемы образования коры исчисляются сотнями тысяч кубометров.

На первом этапе проводилось определение некоторых физико-механических показателей исследуемых частиц коры сосны: влажность – 9,00 %, насыпная плотность – 0,20 г/см^3, зольность – 0,45 %, плавучесть (72 ч) – 83,5 %.

Следующим этапом экспериментальной работы было определение таких характеристик, как значения максимальной нефтеемкости и водопоглощения нативной и модифицированной коры сосны. Определено, что максимальное значение нефтеемкости нативного образца сосновой коры составило 5,53 г/г для нефти карбонового отложения и 7,38 г/г для нефти девонского отложения. Также определено, что наибольшее поглощение нефтей происходит в первые 5 мин контактирования. Также выявлено, что максимальное водопоглощение нативной коры сосны составляет более 3,5 г/г.

Кроме того, установлено, что модификация сорбционного материала с помощью ультразвуковой обработки (УЗО) приводит к некоторому увеличению значений максимальной нефтеемкости. Данный показатель нефти девонского и карбонового отложений составил 11,33 и 13,20 г/г соответственно. Значение водопоглощения снизилось с 3,50 до 3,14 г/г.

В последующем проводилось моделирование удаления нефтяных пленок с поверхности воды образцом СМ. Для этого к 50 см^3 дистиллированной воды в чашке Петри приливалось по 3, 5 и 7 см^3 нефти девонского или карбонового отложений, имитируя таким образом нефтяной разлив. Далее на поверхность нефти насыпалось по 1 г измельченной коры сосны. Через 30 мин контактирования латунная сетка с насыщенным СМ извлекалась, давалось время для стекания избыточного сорбата и весовым методом определялось количество сорбированной нефти и воды. Количество остаточной нефти в чашке Петри определялось экстракцией последней CCl_4 с последующим выпариванием в тигле. Количество нефти, поглощенной на поверхности коры сосны, определялось как разница между весом нефти, добавленной на поверхность воды, и весом нефти, оставшейся в чашке Петри. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Значения остаточного содержания девонской нефти в воде

Образец коры сосны	Суммарное значение нефте- и водопоглощения, г/г	Нефте-поглощение, г/г	Водопоглощение, г/г	Степень удаления нефти, %
Карбоновая нефть				
3 см^3				
Нативный	3,16	2,76	0,4	98,63
После обработки УЗО	5,81	3,77	2,04	98,91
5 см^3				
Нативный	4,85	4,46	0,39	98,48
После обработки УЗО	5,57	4,71	0,86	98,88

Окончание таблицы

Образец коры сосны	Суммарное значение нефте- и водопоглоше-ния, г/г	Нефте-по-гло-щение, г/г	Водо-погло-щение, г/г	Степень удаления нефти, %
7 см^3				
Нативный	4,34	4,09	0,25	94,13
После обработки УЗО	6,27	6,58	1,22	98,94
Девонская нефть				
3 см^3				
Нативный	3,89	2,61	1,28	96,66
После обработки УЗО	5,81	2,73	3,08	98,69
5 см^3				
Нативный	5,12	4,45	0,67	99,11
После обработки УЗО	7,69	4,71	2,98	98,92
7 см^3				
Нативный	5,62	4,82	0,8	92,53
После обработки УЗО	7,79	6,38	1,41	98,87

Анализ проведенных исследований показал, что применение отходов деревообрабатывающего производства, таких как кора сосны, в роли сорбционного материала эффективно решает проблему очистки водных поверхностей от нефтяных загрязнений. Проведена модификация исследуемого сорбционного материала УЗО. Выявлено, что данная обработка способствует увеличению нефтепоглощения.

Список источников

1. Шульгина Т. В. Причины разлива нефти // Проблемы науки. 2018. № 2 (26). С. 34–37.

2. Adsorption of crude oil from aqueous solution : A review / E. C. Emenike, J. Adeleke, K. O. Iwuozor [et al.] // Journal of Water Process Engineering. 2022. Vol. 50. P. 103330.

3. Шайхиев И. Г., Степанова С. В., Шайхиева К. И. Исследование хвои сосновых деревьев в качестве сорбционных материалов для удаления нефтей и масел с водной поверхности // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20, № 3. С. 183–186.

4. Состояние и перспективы использования древесной коры / П. Зольтан, Г. А. Горбачева, В. Г. Санаев [и др.] // Лесной вестник. 2020. Т. 24, № 5. С. 74–88.

5. Кора деревьев – перспективный сорбционный материал для из-влечения углеводородов из водных сред (обзор мировой и отечественной литературы) / И. Г. Шайхиев, Д. Н. Хаматгалимова, Т. Р. Дебердеев, С. В. Свергузова // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2024. № 2. С. 10–20.

Научная статья
УДК 663.14

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ КОРНЕЙ АСТРАГАЛА ПЕРЕПОНЧАТОГО ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Полина Андреевна Белявина[1], Мария Владимировна Колесникова[2], Татьяна Михайловна Панова[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] polina.belyavina12@gmail.com
[2] kyrlykyrlyk@dmail.com
[3] panovatm@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучено влияние экстрактов корней Астрагала перепончатого на рост биомассы и кинетические характеристики процесса культивирования пивных дрожжей. Рекомендовано использование водно-спиртового экстракта в дозировке 1 % для повышения выхода биомассы на 4,8 % и снижения продолжительности генерации на 1,7 ч в сравнении с контролем.

Ключевые слова: Астрагал перепончатый, корни, экстракты, культивирование

Для цитирования: Белявина П. А., Колесникова М. В., Панова Т. М. Применение экстрактов корней астрагала перепончатого при культивировании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 998−1002.

© Белявина П. А., Колесникова М. В., Панова Т. М., 2026

Original article

APPLICATION OF ASTRAGALUS MEMBRANACEUS ROOT EXTRACTS IN THE CULTIVATION OF *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* YEAST

Polina A. Belyavina[1], Maria V. Kolesnikova[2], Tatiana M. Panova[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] polina.belyavina12@gmail.com
[2] kyrlykyrlyk@dmail.com
[3] panovatm@m.usfeu.ru

Abstract. The effect of Astragalus membranaceus root extracts on biomass growth and the kinetic characteristics of brewer's yeast cultivation was researched. The use of a 1 % aqueous-alcoholic extract was recommended to increase biomass yield by 4.8 % and reduce generation time by 1.7 hours compared to the reference value.

Keywords: Astragalus membranaceus, roots, extracts, cultivation

For citation: Belyavina P. A., Kolesnikova M. V., Panova T. M. (2026) Primenenie e`kstraktov kornej astragala pereponchatogo pri kul`tivirovanii drozhzhej Saccharomyces cerevisiae [Application of astragalus membranaceus root extracts in the cultivation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 998–1002. (In Russ).

В последние десятилетия значительно возрос интерес к использованию экстрактов растительного сырья в различных областях промышленности, включая биотехнологии и пищевую промышленность [1]. К основным преимуществам использования биологически активных веществ (БАВ) растительного сырья относится обогащение питания микроорганизмов аминокислотами, пептидами, витаминами, минеральными и другими питательными компонентами, стимулирующими процессы метаболизма и защищающими клетки от воздействия стрессовых факторов, таких как высокие концентрации продуктов метаболизма, перепад температур, повышенное осмотическое давление и др.

Одним из перспективных направлений является изучение свойств экстрактов растений, обладающих уникальными химическими составами и биологической активностью. Таким растением является Астрагал перепончатый (*Astragalus membranaceus*), который традиционно используется в китайской медицине и известен своими адаптогенными, иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами.

Астрагал перепончатый – многолетнее травянистое растение из семейства бобовых, которое произрастает в восточной части Азии. Современные исследования подтверждают, что экстракты Астрагала содержат комплекс биологически активных веществ, включая флавоноиды, сапонины, полисахариды и аминокислоты.

Целью данной работы является исследование влияния экстрактов корней *Astragalus membranaceus* на процессы культивирования пивных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

В качестве объектов исследования использовали водные и водно-спиртовые (с концентрацией этанола 70 %) экстракты корней Астрагала перепончатого, полученные в процессе мацерации в присутствии ультразвука с частотой 44 кГц при гидромодуле 10 г/г и температуре 40 °С.

Данные экстракты вносили в синтетическую питательную среду Ридера в дозировках 1–3 % от массы субстрата. Культивирование осуществляли периодическим способом в аэробных условиях при температуре 25–28 °С в течение 24 ч. В качестве контроля использовали пробу без добавления экстракта. Для контроля процесса применяли микроскопические и физико-химические методы анализа [2].

На рис. 1 и 2 представлены зависимости изменения концентрации дрожжей в процессе культивирования в присутствии водных и водно-спиртовых экстрактов корней Астрагала перепончатого.

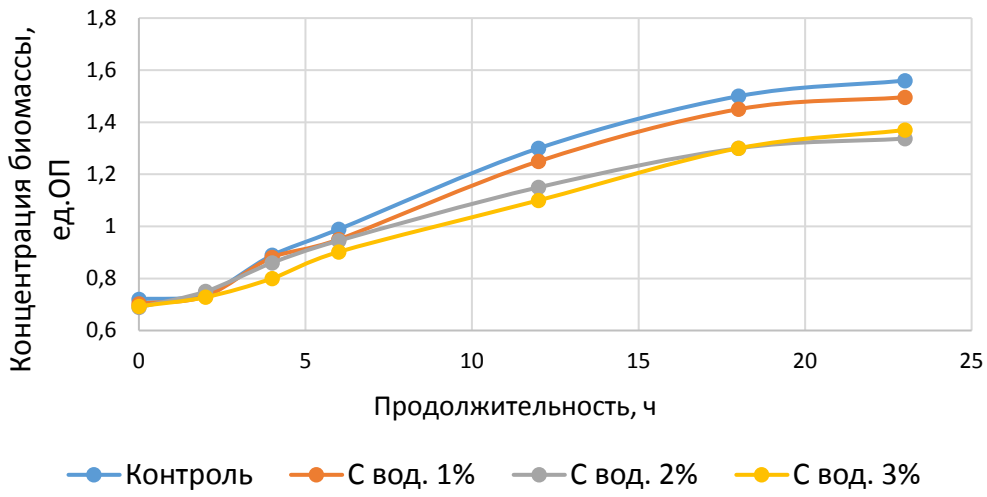


Рис. 1. Влияние водных экстрактов корней *Astragalus membranaceus* на рост биомассы дрожжей

Как видно из рис. 1, при использовании всех анализируемых дозировок водного экстракта корней астрагала перепончатого (1, 2 и 3 %) рост дрожжей происходит менее интенсивно в сравнении с контролем. С увеличением дозировки экстракта ингибирующее действие водорастворимых БАВ возрастает, что свидетельствует об их выраженном антимикробном действии.

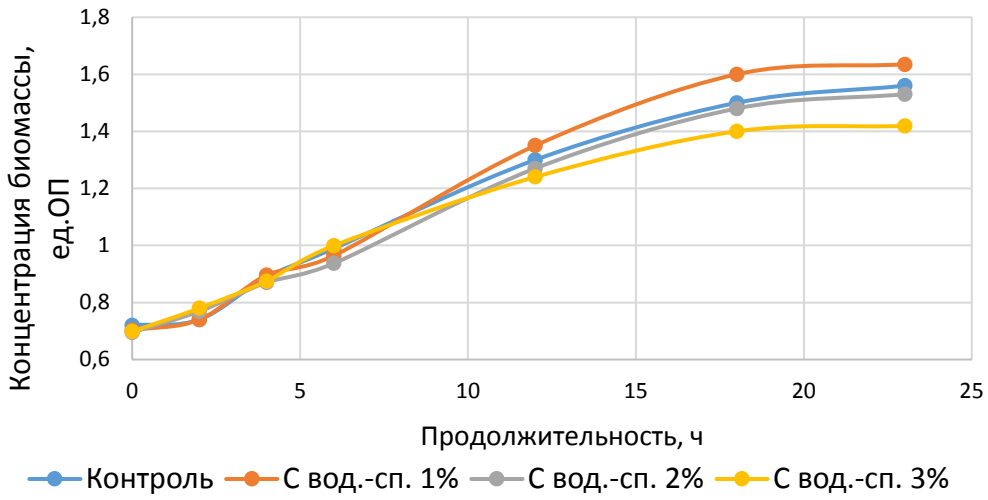


Рис. 2. Влияние водно-спиртовых экстрактов *Astragalus membranaceus* на рост биомассы дрожжей

Более интенсивно рост дрожжей наблюдается при использовании водно-спиртового экстракта корней Астрагала перепончатого в дозировке 1 %. Прирост дрожжей в данной пробе на 4,8 % выше, по сравнению с контролем. При дозировке 2 % кривая роста практически аналогична контролю. При более высокой концентрации БАВ (дозировка 3 %) в первые часы культивирования рост клеток несколько интенсифицируется, однако после 12 ч роста за счет ингибирующего действия концентрация дрожжей ниже контроля на 10 %.

Результаты микроскопических исследований содержания мертвых клеток в процессе культивирования подтверждают вышеприведенные выводы.

На рис. 3 и 4 представлены результаты расчета кинетических показателей и продолжительности генерации дрожжей в присутствии экстрактов корней Астрагала перепончатого.

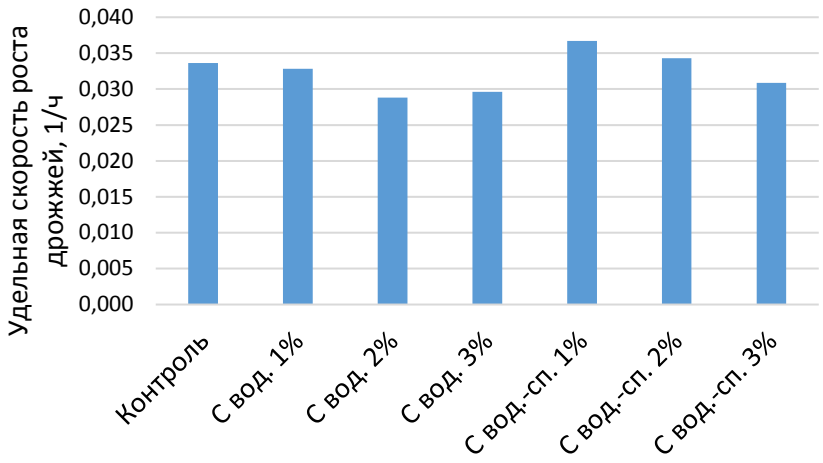


Рис. 3. Влияние экстрактов корней Астрагала перепончатого на удельную скорость роста дрожжей

Расчет удельной скорости роста показал, что наилучшие результаты достигнуты при использовании водно-спиртового экстракта в дозировке 1 %.

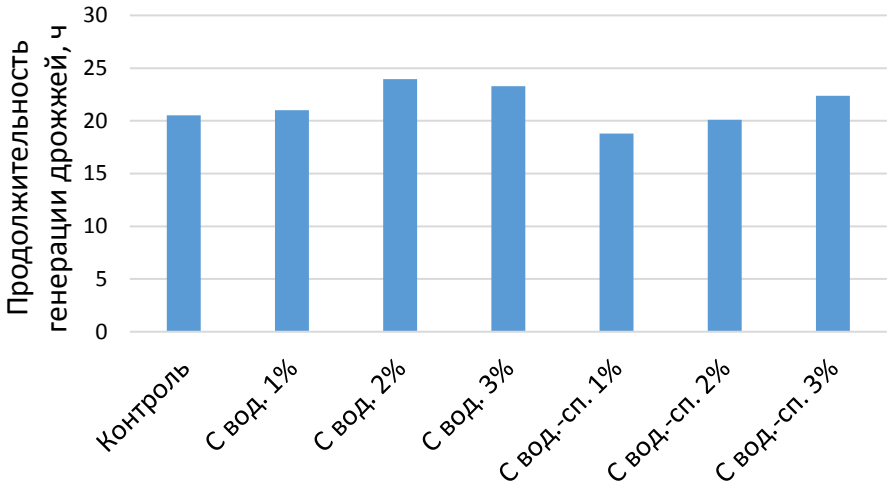


Рис. 4. Влияние экстрактов корней Астрагала перепончатого на продолжительность генерации дрожжей

Наименьшая продолжительность генерации дрожжей (продолжительность жизненного цикла клетки) характерна также для 1 %-го водно-спиртового экстракта корней Астрагала перепончатого, что на 1,7 ч ниже, по сравнению с контролем.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о стимулирующем действии спирто- и водорастворимых биологически активных веществ корней *Astragalus membranaceus*, в частности ***циклоастрагенола***, на рост пивных дрожжей и обеспечивающих защиту клеток от старения. Рекомендовано использовать водно-спиртовый экстракт в дозировке 1 % на стадии активации пивных семенных дрожжей, что позволит обеспечить высокую скорость роста и снизить затраты на чистую культуру дрожжей. Выход биомассы дрожжей при культивировании увеличивается на 4,8 % в сравнении с контролем.

Список источников

1. Васильева А. А., Кутпанова Т. С., Панова Т. М. Изучение влияния биологически активных веществ корней имбиря на метаболизм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2020. № 4. С. 54–64.

2. Панова Т. М., Щеголев А. А. Основы биохимии и молекулярной биологии. Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. 92 с.

Научная статья
УДК 502.174

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Анна Павловна Болдырева[1], Наталья Дмитриевна Дорохова[2]
[1, 2]Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
[1] anya.boldyreva2004@mail.ru
[2] natalya.dorohova.75@mail.ru

Аннотация. В работе исследуются актуальные вопросы применения ресурсосберегающих технологий в промышленности. Роль химических и биотехнологий в обеспечении устойчивого развития. Описаны основные направления промышленной экологии, включая технологии переработки отходов, а также принципы циклической экономики.

Ключевые слова: промышленная экология, ресурсосбережение, химические технологии, биотехнологии, экологическое производство

Для цитирования: Болдырева А. П., Дорохова Н. Д. Промышленная экология и ресурсосберегающие технологии, химические и биотехнологии // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026 С. 1003−1006.

Original article

INDUSTRIAL ECOLOGY AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES, CHEMICAL AND BIOTECHNOLOGIES

Anna P. Boldyreva[1], Natalya D. Dorokhova[2]
[1, 2]Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia
[1] anya.boldyreva2004@mail.ru
[2] natalya.dorohova.75@mail.ru

Abstract. This paper examines current issues in the application of resource-saving technologies in industry, including the role of chemical and biotechnologies in ensuring sustainable development. It outlines major trends in industrial ecology, such as waste recycling technologies and circular economy principles.

Keywords: industrial ecology, resource conservation, chemical technologies, biotechnology, ecological production

© Болдырева А. П., Дорохова Н. Д., 2026

For citation: Boldyreva A. P., Dorokhova N. D. (2026) Promy`shlennaya e`kologiya i resursosberegayushhie texnologii, ximicheskie i biotexnologii [Industrial ecology and resource-saving technologies, chemical and biotechnologies]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026 P. 1003–1006. (In Russ).

Промышленная экология – это междисциплинарная область знаний, которая изучает влияние промышленного производства на окружающую среду и разрабатывает методы минимизации негативных последствий. Современные экологические проблемы, такие как загрязнение воздуха и воды, глобальное изменение климата и истощение природных ресурсов, требуют от промышленности внедрения новых технологий, направленных на уменьшение воздействия на природу и эффективное использование ресурсов.

Ресурсосберегающие технологии – это набор технологий и подходов, необходимых для снижения потребления ресурсов (энергии, воды, сырья) и минимизации отходов. Важную роль в решении этих задач играют химические и биотехнологии, которые позволяют значительно улучшить экологическую ситуацию, повысить эффективность производства и обеспечить переработку отходов.

Промышленная экология как наука направлена на изучение взаимодействия между промышленностью и окружающей средой. Основной задачей является внедрение технологий, которые могут снизить негативное воздействие производства, а также способствовать более рациональному использованию ресурсов. Сфера промышленной экологии включает [1]:

- энергетическую эффективность – применение высокоэффективных энергетических технологий, использование альтернативных источников энергии, таких как солнечные и ветровые установки, а также когенерация (совместное производство тепла и электроэнергии) [2];
- переработка отходов – создание замкнутых производственных циклов, где отходы одного процесса становятся ресурсом для другого. Это позволяет значительно сократить объемы мусора, а также снизить потребность в новых природных ресурсах;
- экологическое проектирование – внедрение принципов «зеленого проектирования», направленных на создание экологически чистых и энергоэффективных производств с минимальным воздействием на природу.

Ресурсосберегающие технологии включают в себя как модернизацию существующих производств, так и разработку принципиально новых решений для оптимизации использования материалов и энергии.

Одним из ключевых направлений ресурсосбережения является концепция циклической экономики, которая предполагает максимально полное

использование ресурсов, минимизацию отходов и их повторное использование. Например, в области переработки пластика важным шагом стало развитие технологий, позволяющих перерабатывать пластиковые отходы в новые изделия. Такие технологии активно внедряются в странах Европы, где создаются заводы по переработке пластиковых отходов в гранулы, которые затем используются для производства новых пластиковых товаров [3, 4].

Технологии, направленные на сокращение потребления энергии, включают в себя как улучшение существующих систем, так и внедрение новых источников энергии.

Применение тепловых насосов, солнечных коллекторов и ветрогенераторов позволяет значительно сократить зависимость от ископаемых источников энергии. Кроме того, в рамках ресурсосбережения важным направлением является использование методов когенерации, когда энергия производится одновременно с теплоэнергией, что повышает КПД системы и снижает общие затраты на энергию [4].

Для многих отраслей, таких как текстильная промышленность, металлургия и химическая промышленность, характерно высокое потребление воды. Водосберегающие технологии включают в себя очистку сточных вод с последующим их использованием в производственных циклах. Например, в металлургической промышленности активно внедряются системы замкнутого водооборота, где вода после очистки возвращается в производство и используется повторно.

Химические и биотехнологии в контексте экологических и ресурсосберегающих решений.

Современные химические и биотехнологии играют важную роль в решении экологических проблем. Они позволяют не только повысить эффективность производства, но и снизить нагрузку на окружающую среду.

Химические технологии, направленные на экологическое производство, включают в себя использование катализаторов для повышения эффективности химических реакций, разработку новых, менее токсичных химических веществ и катализаторов, а также внедрение методов очистки воздуха и воды. Одним из примеров является использование катализаторов для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу, например, катализаторы в автомобильных выхлопных системах.

Биотехнологии активно применяются для очистки воды и почвы, а также для производства биотоплива. Например, микроорганизмы могут использоваться для разложения органических загрязнителей в сточных водах. Биотехнологические методы также позволяют создавать биоразлагаемые материалы, что снижает количество пластиковых отходов.

Одним из перспективных направлений является использование водорослей для производства биотоплива, что позволяет сократить зависимость

от нефти и угля. Кроме того, с помощью генной инженерии разрабатываются растения, которые могут очищать загрязненные земли или производить больше биомассы для дальнейшего использования в энергетике [4].

Ресурсосберегающие технологии и инновации в области химии и биотехнологий играют важную роль в переходе к устойчивому развитию. Внедрение этих технологий в промышленность позволяет значительно сократить потребление природных ресурсов, снизить объемы отходов и улучшить экологическое состояние планеты. Однако для успешного перехода к устойчивому развитию необходимы комплексные усилия на уровне государства, промышленности и общества, включая разработку новых стандартов, экологических норм и законов, а также внедрение инновационных технологий в производство.

Список источников

1. Иванов И. П., Петрова Н. В. Промышленная экология. М. : Наука, 2020. 290 с.

2. Смирнов А. В. Ресурсосберегающие технологии: проблемы и перспективы. СПб. : Гидрометеоиздат, 2019. 120 с.

3. Кузнецов А. С., Чистякова М. А. Химические и биотехнологии в устойчивом развитии. Техника, 2021. 89 с.

4. Шмидт М. А. Биотехнологии и их применение в промышленности. М. : Экономика, 2022. 135 с.

Научная статья
УДК 54.058, 542.06, 547.262

МЕТОДИКА ВЫРАБОТКИ ЭТАНОЛА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Дарья Васильевна Буденкова[1], Евгений Александрович Шимов[2], Николай Александрович Кругликов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[3] Институт физики металлов Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия
[1] budenkova2345@mail.ru
[2] evgenyshimov@yandex.ru
[3] nick@imp.uran.ru

Аннотация. В работе представлена методика переработки растительного сырья. Показано, что двукратная ректификация с очисткой активированным углем позволяет достичь продукта приемлемого качества. Предложена конструкция насадочной ректификационной колонны, обладающей достаточной производительностью для учебных.

Ключевые слова: насадочная колонна, ректификация, этанол, брожение

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG и в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИФМ УрО РАН. Авторы выражают искреннюю признательность коллективу кафедры высшей школы биотехнологий Химико-технологического института УГЛТУ, а также лично Т. М. Пановой, И. К. Гиндулину и А. В. Свиридову за постоянную помощь и поддержку на всех этапах работы. Кроме того, авторы считают своим долгом поблагодарить состав группы ПБТ-41(2025 г.), поскольку многие результаты были получены в результате совместной деятельности.

Для цитирования: Буденкова Д. В., Шимов Е. А., Кругликов Н. А. Методика выработки этанола из растительного сырья // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1007−1011.

© Буденкова Д. В., Шимов Е. А., Кругликов Н. А., 2026

Original article

METHODOLOGY FOR ETHANOL PRODUCTION ETHANOL FROM PLANT RAW MATERIALS

Daria V. Budenkova[1], Evgeniy A. Shimov[2], Nikolay A. Kruglikov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Institute of metal physics Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
[1] dashazh04@gmail.com
[2] 1.kkatanaa@gmail.com
[3] nick@imp.uran.ru

Abstract. The paper presents a method for processing plant raw materials. It has been shown that double rectification and subsequent purification using activated carbon makes it possible to achieve a product of acceptable quality. A packed distillation column design is proposed. The column's performance is sufficient for educational purposes.

Keywords: packed column, distillation, ethanol, fermentation

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG and the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the IMP UB RAS. The authors express their sincere gratitude to the staff of the Department Higher School of Biotechnology of the Chemical Technology Institute of USFEU and personally to T. M. Panova, I. K. Gindulin and A. V. Sviridov for their constant help and support at all stages of the work. In addition, the authors consider it their duty to thank the PBT-41 group (2025), as many results were obtained because of joint activities.

For citation: Budenkova D. V., Shimov E. A., Kruglikov N. A. (2026) Metodika vy`rabotki e`tanola iz rastitel`nogo sy`r`ya [Methodology for production ethanol from plant raw materials]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1007–1011. (In Russ).

Производство спиртов является одной из приоритетных задач промышленной химии. Любой инженер-химик должен освоить эту технологию. История вопроса берет начало в Древнем Египте. Значительным прорывом в исследовании биотехнологии синтеза и очистки спирта были труды Л. Пастера [1] и Д. И. Менделеева [2]. Большой вклад внесли многие советские и российские исследователи [3]. С учетом данных, полученных ранее в экс-

периментах со спиртовыми дрожжами [4], мы решили улучшить используемую технологию очистки этилового спирта. Для этого провели эксперименты по биосинтезу этилового спирта на различных субстратах. Кроме того, интерес представляли особенности переработки крахмалистого сырья, подвергнутого обработке высоким гидростатическим давлением.

В качестве образцов для исследования были использованы мелкие клубни картофеля массой от 10 до 200 г районированных сортов Ред Скарлетт и Удача урожая 2025 г. Эксперименты проводили в сентябре – октябре 2025 г. сразу после уборки урожая. Использовалась также пшеничная мука и сахароза.

Обработку образцов клубней картофеля высоким гидростатическим давлением проводили при помощи гидростата HPP600/30L с внутренним объемом 30 л, использующего воду в качестве передающей жидкости (максимальное давление, развиваемое гидростатом, составляет 600 МПа). Обработки проводили при 550 МПа, изменяя кратность воздействия от 1 до 10 раз. Часть образцов для обработки поместили в герметичные контейнеры, заполненные водой, а остальные – в герметичные латексные чехлы без воды. Кроме того, были подготовлены контрольные образцы тем же способом. Контрольные образцы обработке не подвергали.

Для оценивания микробиологических и структурных особенностей образцов использовали световой микроскоп, оснащенный видеокамерой, и визуальный осмотр. Тонкие срезы изготавливали при помощи скальпеля. Для окрашивания крахмальных зерен использовали раствор Люголя. Окрашивание мембран производили по Романовскому – Гимзе. Окрашивание микроорганизмов производили по методу Грама.

После обработки картофель перерабатывали в бражку с развариванием под давлением при повышенной температуре и осахаривали с помощью ферментов (амилосубтилина при 70 °С и глюкаваморина при 55 °С). Для контроля полноты осахаривания применяли йодную пробу. Далее, с использованием промышленных спиртовых дрожжей (*Bragman Industrial*) полученное сусло сбраживали при комнатной температуре (25 °С). Крахмалистое сырье перерабатывали при максимально возможной концентрации крахмала. Сахарозу сбраживали при гидромодуле 1:4 (1 часть сахарозы на 4 части воды по массе). Динамику сбраживания изучали по изменению pH бражки. Далее перегонкой получали спирт-сырец, перегоняя бражку до максимально возможной температуры. После этого с использованием насадочной колонны разделяли спирт на три фракции (головная, тело, хвостовая) [1].

Результаты исследования динамики переработки бражки спиртовыми дрожжами и изображение спиртовых дрожжей с сопутствующими микроорганизмами при окрашивании по Граму представлены на рис. 1.

Внешний вид ректификационной колонны показан на рис. 2. Во время проведения микроскопических исследований было замечено, что активность дрожжей наблюдалась даже после полной выработки сахарозы при гидромодуле, обеспечивающем предельную для большинства видов дрожжей концентрацию спиртов после сбраживания. Насадочную колонну изготавливали в несколько этапов, контролируя качество этанола на выходе и постепенно добавляя царги.

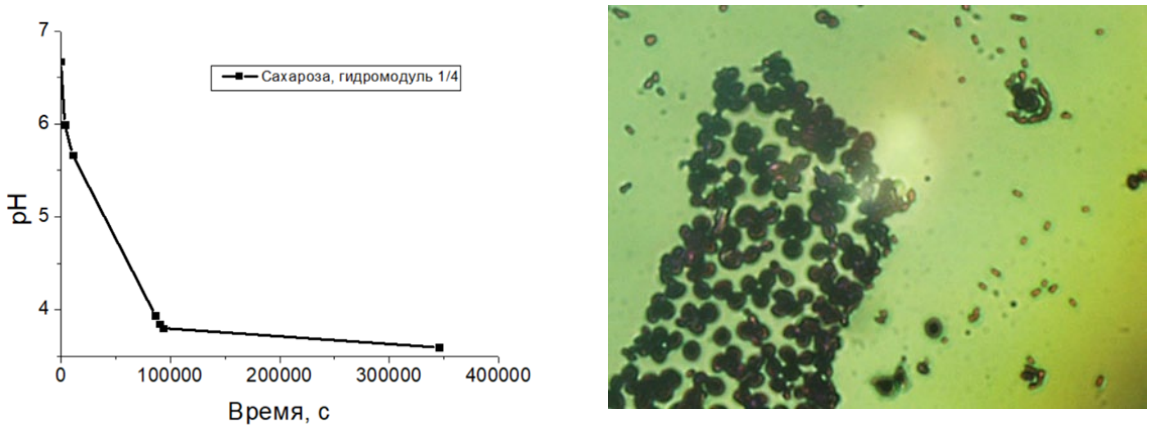


Рис. 1. Зависимость кислотности сахарной бражки
от времени сбраживания и вид спиртовых дрожжей, окрашенных по Граму
(видны также грамотрицательные бактерии).
Данные предоставлены П. Белявиной и М. Колесниковой

Конечная высота колонны составила 1 200 мм при диаметре 48 мм, что позволяло получить на выходе этиловый спирт с концентрацией более 95 %. Дефлегматор с максимальной мощностью 18 КВт компенсировал нестабильность давления в системе водяного охлаждения.

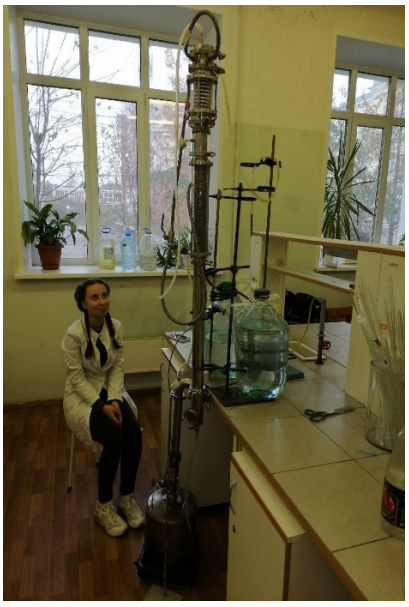


Рис. 2. Общий вид ректификационной колонны с оператором

Нижний узел отбора с накопителем позволял блокировать повторный выход тяжелых фракций в колонну. Максимальной чистоты продукта удалось достичь после двойной ректификации с последующим настаиванием спирта с активированным углем. Качество спирта контролировали, используя методику оценки количества альдегидов в продукте. Кроме того, при фракционной перегонке оценивали долю головной и хвостовой фракций. Как оказалось, при использовании высокого давления для обработки сырья растет доля хвостовой фракции, что может быть связано с изменением структуры органических веществ во время обработки высоким давлением. Качество спирта также зависело от используемого сырья. Наилучшего результата удалось достичь, используя субстрат из сахарозы. Для очистки картофельного спирта, обладающего худшими показателями при большем расходе сырья, применяли дополнительные перегонки и настаивание с углем.

Таким образом, была разработана методика получения пищевого спирта из растительного сырья различного происхождения. Методика может быть использована как в учебных, так и в научных целях. В частности, показано, что предварительная обработка давлением влияет на фракционный состав получаемого спирта-сырца.

Список источников

1. Созонов С. И. Пастер Л. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). Т. XXIIa. СПб., 1897. С. 938–942.

2. Менделеев Д. И. Рассуждение о соединении спирта с водой. СПб : Типография товарищества «Общественная польза», 1965. 120 с.

3. Технология спирта / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов [и др.] ; под ред. В. Л. Яровенко. М : «Колос-Пресс», 2002.

4. Крылова Д. А., Кругликов Н. А., Бажукова И. Н. Влияние комбинированного действия ионизирующего излучения и высокого гидростатического давления на микроорганизмы // Известия РАН. Серия физическая. 2025. № 11. С. 110–116.

Научная статья
УДК 674.047:678.046.6

СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ БНКС

Дарья Сергеевна Валеева[1], Александр Александрович Баев[2], Татьяна Валерьевна Якубова[3], Алексей Евгеньевич Шкуро[4]
[1, 4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2, 3] Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия
[1] valeevad2006@gmail.com
[2] pancho.99@inbox.ru
[3] tatanaakubova71723@gmail.com
[4] shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована эффективность огнезащитного лака на основе бромированной новолачной карданольной смолы (БНКС). Установлено, что нанесение состава с расходом 100 г/м^2 снижает потерю массы древесины при горении с 27,4 до 13,4 %, что свидетельствует о значительном повышении ее огнестойкости.

Ключевые слова: огнезащита древесины, бромированная новолачная смола, антипирен, горючесть, лак, покрытие, карданол

Для цитирования: Снижение горючести древесины с помощью покрытия на основе БНКС / Д. С. Валеева, А. А. Баев, Т. В. Якубова, А. Е. Шкуро // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1012−1016.

© Валеева Д. С., Баев А. А., Якубова Т. В., Шкуро А. Е., 2026

Original article

REDUCING WOOD FLAMMABILITY WITH A BNCR-BASED COATING

Daria S. Valeeva[1], Alexander A. Baev[2], Tatiana V. Yakubova[3], Alexey E. Shkuro[4]
[1, 4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2, 3] Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russia
[1] valeevad2006@gmail.com
[2] pancho.99@inbox.ru
[3] tatanaakubova71723@gmail.com
[4] shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. The effectiveness of a fire-retardant varnish based on brominated novolac cardanol resin (BNCR) was researched. It was found that application of the composition at a rate of 100 g/m^2 reduced the wood's mass loss during combustion from 27.4 to 13.4 %, indicating a significant increase in its fire resistance.

Keywords: wood fire protection, brominated novolac resin, fire retardant, flammability, varnish, coating, cardanol

For citation: Snizhenie goryuchesti drevesiny` s pomoshh`yu pokry`tiya na osnove BNKS [Reducing wood flammability with a BNCR-based coating] (2026) D. S. Valeeva, A. A. Baev, T. V. Yakubova, A. E. Shkuro. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1012–1016. (In Russ).

Бромированные соединения – ключевой компонент современных огнезащитных систем. Оптимизация их структуры и комбинирование с другими антипиренами позволяют создавать эффективные и экологичные решения для защиты древесины.

Включение брома в структуру фенолформальдегидной смолы позволяет создать химически связанную огнезащитную систему, где атомы брома ковалентно закреплены в полимерной матрице. Это принципиально отличает модифицированную смолу от физических смесей с бромированными добавками. Химическая фиксация предотвращает миграцию и выщелачивание брома из материала, что не только сохраняет стабильность огнезащитных свойств в течение длительного времени, но и существенно снижает токсичность за счет минимизации выделения бромированных соединений в окружающую среду. Кроме того, при термическом разложении

такая система обеспечивает контролируемое высвобождение брома непосредственно в зоне пиролиза, что повышает эффективность газофазного механизма огнезащиты [1].

Карданол – природный фенол, получаемый из масла кешью (*Anacardium occidentale*). Его молекула содержит фенольное ядро с С15-алифатической цепью в метаположении, включающей одну-три двойные связи. Эта уникальная структура обеспечивает широкие возможности для химической модификации [2].

Карданол производится в промышленных масштабах (свыше 50 тыс. т в год) методом вакуумной дистилляции с очисткой, что делает его экономически выгодным сырьем.

Для огнезащиты материалов карданол обладает важными преимуществами:

– повышает выход коксового остатка на 15–25 % благодаря фенольной природе;

– проявляет синергизм с бромированными антипиренами, увеличивая кислородный индекс на три-пять единиц;

– позволяет создавать более экологичные материалы.

Цель данной работы – изучение эффективности огнезащитного лака на основе бромированной новолачной карданолсодержащей смолы (БНКС) для снижения горючести древесины.

В работе использовалась БНКС марки Резикард-Б производства ПАО «Уралхимпласт» (г. Нижний Тагил), полученная по схеме, представленной на рис. 1.

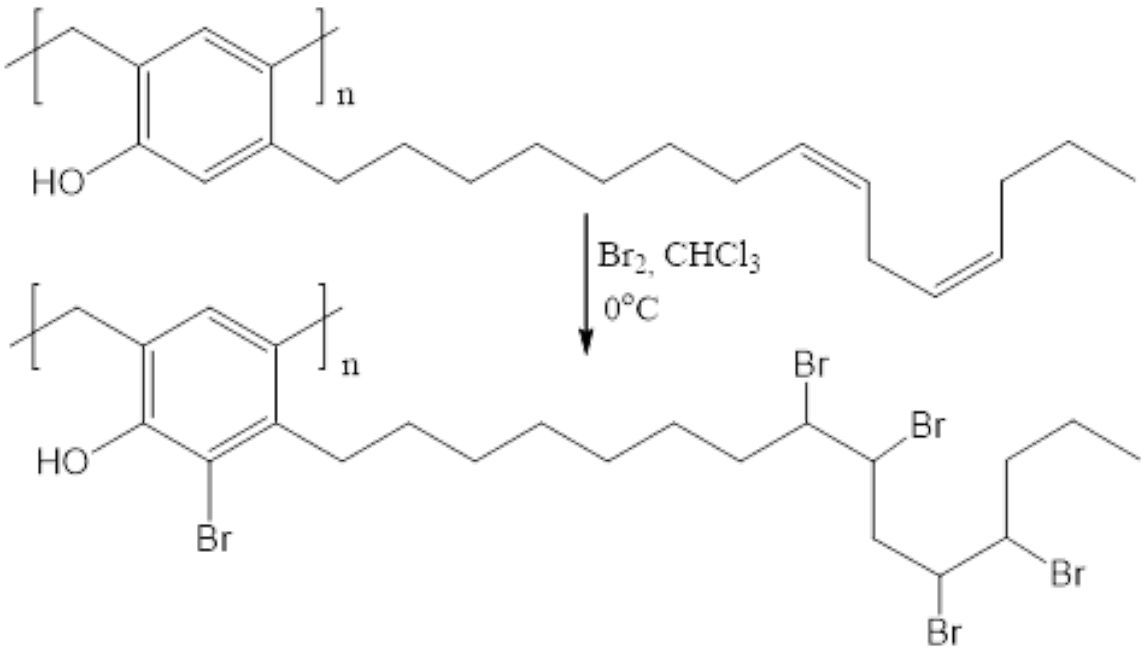


Рис. 1. Схема синтеза БНКС

Для обеспечения равномерного нанесения на поверхность стандартных образцов древесины сосны размером 85×40×20 мм смолу предварительно растворяли в ацетоне в массовом соотношении 1:2. Полученный лак наносили на поверхность древесины кистью. Были подготовлены пять серий образцов с различным расходом смолы: 0, 50, 100, 150 и 200 г/м^2.

Образцы высушивались до постоянной массы при комнатной температуре, затем подвергались испытаниям на горючесть на установке «Огневая труба».

Внешний вид образцов древесины после испытаний показан на рис. 2, а график зависимости потери массы после испытаний на горючесть от расхода БНКС – на рис. 3.



Рис. 2. Внешний вид образцов после испытаний на горючесть

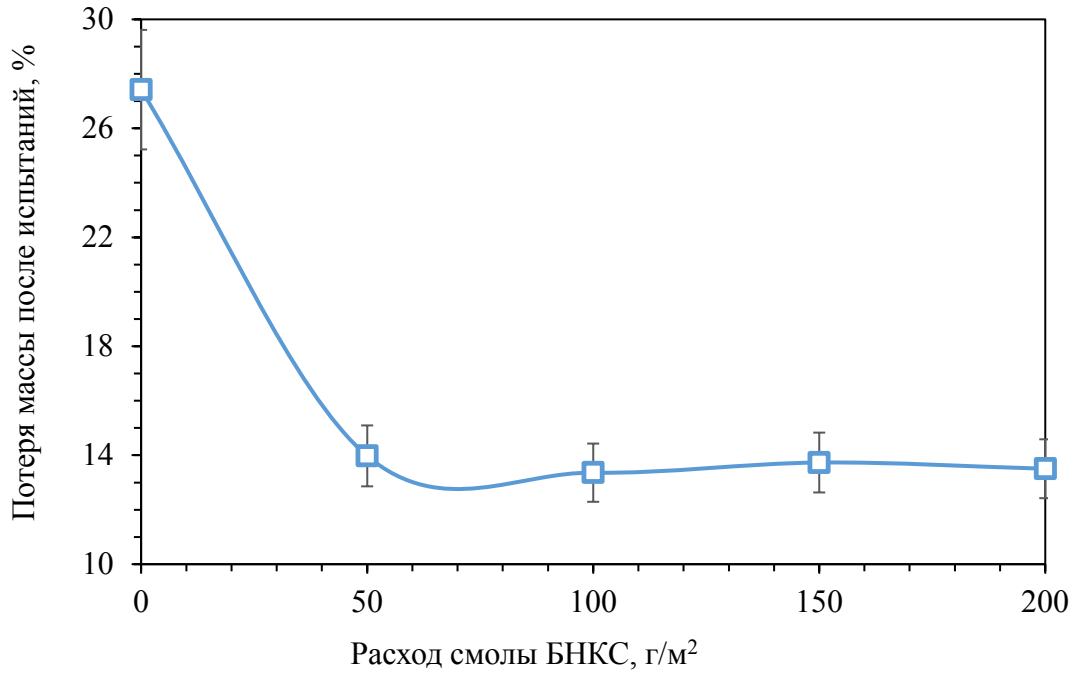


Рис. 3. Результаты определения горючести образцов древесины

Проведенные испытания на горючесть демонстрируют выраженную зависимость между расходом БНКС и потерей массы образцов древесины. Как видно из представленных данных, даже минимальное нанесение смолы в количестве 50 г/м^2 приводит к резкому снижению потери массы с 27,4 до 14,0 %, что свидетельствует об эффективном запуске механизма огнезащиты.

Дальнейшее увеличение расхода смолы до 100 г/м^2 обеспечивает максимальное снижение потери массы до 13,4 %. При этом последующее повышение расхода до 150–200 г/м^2 не приводит к значительному дополнительному улучшению огнезащитных характеристик (потеря массы стабилизируется на уровне 13,5–13,7 %).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии критического значения расхода смолы в диапазоне 50–100 г/м^2, при достижении которого формируется эффективный защитный барьер. Практическая значимость исследования заключается в определении оптимального расхода смолы 100 г/м^2, обеспечивающего экономически целесообразное и технически эффективное решение для огнезащиты древесины.

Список источников

1. Исследование огнестойкости древесно-полимерных композитов на основе поливинилхлорида с добавками бромированного карданолсодержаще-го новолака / А. А. Баев, А. Е. Шкуро, О. Ф. Шишлов, М. А. Красильникова // Деревообрабатывающая промышленность. 2025. № 2. С. 86–94.

2. Caillol S. Cardanol: a Promising Building Block for Biobased Polymers and Additives // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 2018. Vol. 14. DOI: 10.1016/j.cogsc.2018.05.002

Научная статья
УДК 628.166:504.3.054

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ВОДЫ

Наталия Алексеевна Воронова[1], Артём Вячеславович Артёмов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] voronova_nataliy_20@mail.ru
[2] artemovav@m.usfeu.ru

Аннотация. Дана оценка возможностей проведения инструментальных исследований для определения объемов выделяемых загрязняющих веществ от резервуаров чистой воды при водоподготовке. Рассмотрен альтернативный метод определения выбросов хлорводорода от резервуаров чистой воды в ходе процесса водоподготовки – расчетный.

Ключевые слова: водоподготовка, РЧВ, обеззараживание, гипохлорит натрия, выброс, загрязняющие вещества, атмосфера

Для цитирования: Воронова Н. А., Артёмов А. В. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при обеззараживании воды // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1017–1022.

Original article

CALCULATION OF ATMOSPHERIC POLLUTANT EMISSIONS DURING WATER DISINFECTION

Natalia A. Voronova[1], Artyom V. Artyomov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] voronova_nataliy_20@mail.ru
[2] artemovav@m.usfeu.ru

Abstract. An assessment of the possibilities for conducting instrumental research to determine the volumes of pollutants emitted from clean water reservoirs during water treatment has been made. An alternative method for calculating hydrogen chloride emissions from clean water reservoirs in the course of the water treatment process is considered.

© Воронова Н. А., Артёмов А. В., 2026

Keywords: water treatment, clear water reservoir, disinfection, sodium hypochlorite, emission, pollutants, atmosphere

For citation: Voronova N. A., Artyomov A. V. (2026) Raschet vy`brosov zagryaznyayushhix veshhestv v atmosferu pri obezzarazhivanii vody` [Calculation of atmosphere pollutant emissions during water disinfection]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii. [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of students and postgraduates. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1017–1022. (In Russ).

Наиболее распространенные методы обеззараживания воды включают хлорирование, озонирование и ультрафиолетовую обработку [1].

Для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при обеззараживании воды необходимо учитывать ряд факторов, включая технологию обработки, используемое оборудование, объем обрабатываемой воды и концентрацию реагентов.

Каждый метод водоочистки имеет свои особенности и выбросы [2]. Хлорирование – выбросы хлора и его соединений; озонирование – выбросы озона и продуктов его реакции; ультрафиолетовая обработка – минимальные выбросы, связанные в основном с эксплуатацией оборудования.

Согласно Приказу Минприроды России от 19.11.2021 № 871 «Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух…», определение состава и объема выбросов вредных веществ в атмосферу проводится либо инструментальными, либо расчетными методами оценки [3].

Был рассмотрен типовой участок водоподготовки. Исходная природная вода подается на очистку с водозабора, расположенного на поверхностном водном объекте насосами. Исходная вода перед сооружениями для извлечения крупных загрязнений (листья, водоросли, ветки и т. д.) проходит грубую очистку на ситах.

Далее перед реакционной емкостью в трубопровод исходной воды вводятся разбавленные растворы коагулянта и окислителя дозирующими насосами. В трубчатом смесителе происходит смешивание реагентов с водой. В реакционной емкости обеспечивается выдержка реакционной смеси (вода – коагулянт), необходимая для хлопьеобразования. Данная емкость оборудована мешалкой и системой аэрации, включающей в себя воздуходувку и колпачковую систему распределения воздуха в нижней части.

Раствор флокулянта вводится в трубопровод непосредственно перед подачей воды в песчаный фильтр (система непрерывной песчаной фильтрации) дозирующими насосами. Перемешивание реагента с водой осуществляется также в трубчатом смесителе.

Обработанная коагулянтом и флокулянтом вода подается в нижнюю часть фильтра, осветляется по мере своего движения сквозь толщу загрузки

и отводится через кромку водослива в сливной трубопровод фильтрата. Из сливного трубопровода фильтрат подается на I ступень обеззараживания установкой ультрафиолетового облучения. В качестве II ступени обеззараживания используется раствор гипохлорита натрия, вводимый после установки ультрафиолетового облучения дозирующими насосами. Обеззараженная вода подается в резервуары чистой воды (РЧВ). Из РЧВ насосной станцией II подъема через водомерный узел вода подается потребителю (в населенный пункт).

Таким образом, источниками выбросов загрязняющих веществ для рассматриваемого участка водоподготовки являются установки вентиляции помещений РЧВ № 1 и № 2, воздух из которых удаляется самотягой и выбрасывается в атмосферу через трубы (ИЗАВ 0001 и ИЗАВ 0002).

Согласно принятой технологии водоподготовки, с водной поверхности РЧВ возможно выделение ЗВ в виде хлора и/или хлороводорода [2].

С целью определения объемов выделяющихся ЗВ с поверхности РВЧ были выполнены инструментальные исследования. Согласно выполненным инструментальным измерениям аккредитованной лабораторией, выделение хлороводорода в атмосферу от ИЗАВ 0001, 0002 не обнаружено.

Согласно п. 38 Приказа Минприроды России от 19.11.2021 № 871, в том случае, когда концентрация загрязняющего вещества оказывается меньше нижнего предела обнаружения методики, для организованных источников выделения концентрация ЗВ принимается равной нулю, если нижний диапазон методики ее измерения меньше 0,5 ГНр.э. (значение гигиенического норматива ГН среднесменной предельно-допустимой концентрации ПДК измеряемого загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны).

В соответствии с СанПиНом 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», установлены следующие ПДК для хлороводорода (соляной кислоты) – 5 мг/м³.

Согласно рассматриваемым аттестатам аккредитации испытательных лабораторий, нижний диапазон методик измерения содержания веществ в промышленных выбросах составлял для хлороводорода (соляной кислоты) – < 0,05 мг/м³.

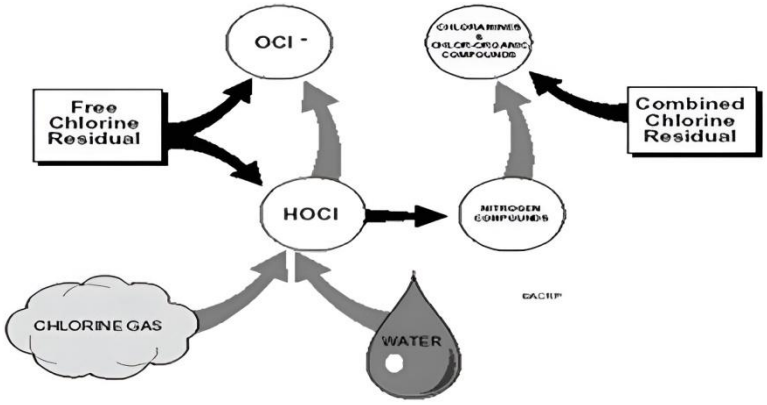
Таким образом, на основании Приказа Минприроды России от 19.11.2021 № 871 содержание соляной кислоты для ИЗАВ 0001, 0002 должно приниматься равным нулю.

В свою очередь, согласно протоколу, аэродинамические измерения выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.06–90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения». Настоящий стандарт устанавливает методы определения скорости газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения в вентиляционных системах со скоростью не менее 4 м/с.

По результатам измерений скорость газопылевых потоков на ИЗАВ 0001 и 0002 составила 0,8 м/с. Таким образом, при проведении замеров на ИЗАВ допущены нарушения, т. к. при такой скорости газовоздушной смеси отсутствует техническая возможность для проведения измерений концентраций загрязняющих веществ на источнике выбросов.

Учитывая техническую невозможность проведения инструментальных замеров на источниках и отсутствие утвержденных методик по расчету объемов выделения загрязняющих веществ при обеззараживании, определение выбросов резервуаров чистой воды выполнено согласно стехиометрическим расчетам.

На рисунке представлены реакции хлора с водой в процессе обеззараживания [4]. Свободный хлор является более эффективным дезинфицирующим средством, чем комплексные соединения хлора. Бактерицидное действие HOCl намного сильнее, чем у OCl^-. Это связано с тем, что незаряженная кислота легче проникает через клеточную мембрану бактерий, чем OCl^-. Если в воде имеются органические или неорганические соединения, особенно соединения азота, то хлорноватистая кислота будет реагировать с этими соединениями с образованием хлораминов и/или хлорорганических соединений [4].



Реакции хлора с водой [4]

Согласно статье [5], гипохлорит натрия образует в воде хлорноватистую кислоту и гипохлоритный ион в соотношениях, определяемых pH воды. Соотношение между гипохлорит-ионом и хлорноватистой кислотой определяется протеканием реакций гидролиза гипохлорита натрия:

$$ClO^- + H_2O \rightarrow HClO + OH^-$$

и диссоциации хлорноватистой кислоты:

$$HClO \rightarrow H^+ + ClO^-$$

При введении в воду гипохлорита натрия частично выделяется хлорноватистая кислота:

$$NaOCl + CO_2 + H_2O = NaHCO_3 + HOCl$$

В результате реакции из гипохлорида натрия выделяется 38,5 % хлорноватистой кислоты. Скорость и направление распада HClO в водных растворах зависят от pH, температуры, концентрации, наличия примесей и освещения. В интервале pH 3,0–7,5 при комнатной температуре происходит медленное разложение (при этом степень превращения данной кислоты составляет не более 30 %) [5]:

$$2HClO \rightarrow O_2 + 2HCl$$

Согласно представленной реакции выделение загрязняющего вещества в атмосферный воздух от общего количества хлорноватистой кислоты составит для хлористого водорода 69,5 %.

Расчет валовых выбросов при обеззараживании воды производится по формуле:

$$M = B \cdot q \cdot m \cdot g \cdot 10^{9}, \text{ т/год},$$

где B – расход гипохлорида натрия, кг/год;

q – выделение хлорноватистой кислоты, %;

m – доля реакций распада HClO от общего количества, %;

g – удельное выделение загрязняющих веществ, % от расхода дезинфицирующего средства.

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G = b / n \cdot q \cdot m \cdot g \cdot / (t \cdot 3600 \cdot 1000), \text{ г/с},$$

где b – расход сырья, кг/сут;

t – время проведения операции, ч/сут.

Пример результатов расчета приведен в таблице.

Исходные данные и результаты расчета

Расход материалов		Выделение хлорноватистой кислоты, %	Распад HClO, %	Удельный выброс, %	Выброс в атмосферу	
за сутки, кг/сут	за год, кг/год				M, т/год	G, г/с
8,2	6 000	38,5	30	69,5	0,481635	0,0076185
Итого по каждому источнику					**0,240818**	**0,0038092**

При расчете выбросов важно учитывать конкретные условия эксплуатации установки обеззараживания и используемые реагенты. Регулярное обновление данных и мониторинг эффективности процессов позволят поддерживать низкие уровни загрязнения атмосферы.

Список источников

1. Новикова А. Е., Руина К. С. Современные методы очистки воды // Вестник науки. 2021. Т. 5, № 1 (34). С. 146–149.

2. Ушакова А. А., Журавлева Н. В. Водоподготовка и ее влияние на окружающую среду // Вестник магистратуры. 2020. № 5–3 (104). С. 88–91.

3. Воронова Н. А., Артёмов А. В. Особенности определения качественного и количественного состава выбросов линии сращивания при производстве мебели // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XX Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 13–15 октября 2025 г. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 116–121.

4. Shamrukh M., Hassan Y. Chlorination and optimal chlorine dosage for Nile water // First Ain Shams University International Conference on Environmental Engineering (ASCEE-1). Cairo, 2005. P. 644–654. DOI: 10.13140/2.1.3713.6962

5. Саканская-Грицай Е. И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки // Технико-технологические проблемы сервиса. 2014. № 3(29). С. 88–95.

Научная статья
УДК 676.164.8.

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ НА СПОСОБНОСТЬ НЕДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ К ДЕЛИГНИФИКАЦИИ

Иван Александрович Губанов[1], Семен Дмитриевич Бессмертнов[2], Алеся Валерьевна Вураско[3], Алексей Леонидович Шерстобитов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] gubanovia@m.usfeu.ru
[2] semen.bessmertnov@yandex.ru
[3] vuraskoav@m.usfeu.ru
[4] sherstobitoval@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована возможность применения радиационной обработки для предварительной подготовки конопли технической перед получением целлюлозы. Установлено, что облучение способствует разрушению экстрактивных веществ и лигнина, однако одновременно приводит к снижению содержания целлюлозы. Определен оптимальный диапазон доз облучения для делигнификации конопли технической.

Ключевые слова: натронная варка, отход переработки конопли, лигнин, облучение, радиационная обработка

Для цитирования: Влияние излучения линейного ускорителя на способность недревесного сырья к делигнификации / И. А. Губанов, С. Д. Бессмертнов, А. В. Вураско, А. Л. Шерстобитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1023−1027.

© Губанов И. А., Бессмертнов С. Д., Вураско А. В., Шерстобитов А. Л., 2026

Original article

INFLUENCE OF LINEAR ACCELERATOR RADIATION ON THE DELIGNIFICATION CAPACITY OF NON-WOOD RAW MATERIALS

Ivan A. Gubanov[1], Semyon D. Bessmertnov[2], Alesya V. Vurasko[3], Alexey L. Sherstobitov[4]

[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

[1] gubanovia@m.usfeu.ru

[2] semen.bessmertnov@yandex.ru

[3] vuraskoav@m.usfeu.ru

[4] sherstobitoval@m.usfeu.ru

Abstract. The possibility of using radiation treatment for the preliminary preparation of technical hemp before obtaining cellulose is investigated. It has been established that irradiation promotes the destruction of extractive substances and lignin, but at the same time leads to a decrease in the cellulose content. The optimal range of radiation doses for the delignification of technical cannabis has been determined.

Keywords: soda pulping, hemp processing waste, lignin, irradiation, radiation treatment

For citation: Vliyanie izlucheniya linejnogo uskoritelya na sposobnost` nedrevesnogo sy`r`ya k delignifikacii [Influence of linear accelerator radiation on the delignification capacity on non-wood raw materials] (2026) I. A. Gubanov, S. D. Bessmertnov, A. V. Vurasko, A. L. Sherstobitov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1023–1027. (In Russ).

В современной промышленности особое внимание уделяется методам предварительной обработки недревесного растительного сырья, способным повысить эффективность стадий производства: гидролиз при получении биотоплива [1] или делигнификация при производстве целлюлозы. Среди перспективных видов сырья выделяется конопля техническая: она обладает рядом преимуществ и может служить альтернативой хлопку (ткани и целлюлоза), нефти (пластики), а также стекловолокну и льноволокну (композитные материалы) [2]. На данный момент в целлюлозной промышленности преимущественно используют хлопок для получения целлюлозы с высоким содержанием альфа-целлюлозы, а интерес представляет смесь волокна и костры конопли технической.

В качестве предварительной подготовки используются: щелочная обработка с последующей окислительно-органосольвентной варкой [3], а также натронная варка под давлением с последующей органосольвентной варкой для удаления остаточного лигнина [4], что не дает возможности получить удовлетворительный результат.

В качестве предварительной стадии использовали радиационную обработку растительного сырья: облучение электронным пучком с помощью линейных ускорителей электронов для воздействия на атомном и молекулярном уровнях. Такое воздействие приводит к разрушению смолистых и окрашивающих веществ, ионизации и разрушению химических связей в макромолекулах, что особенно важно при изучении устойчивости связей между углеводами и фенилпропановыми единицами лигнина (ФПЕ), а также между ФПЕ друг с другом [5]. Исследование этих изменений позволит уточнить механизмы воздействия облучения на растительное сырье и оптимизировать комбинированные технологии переработки конопли технической с целью получения целлюлозы высокого качества.

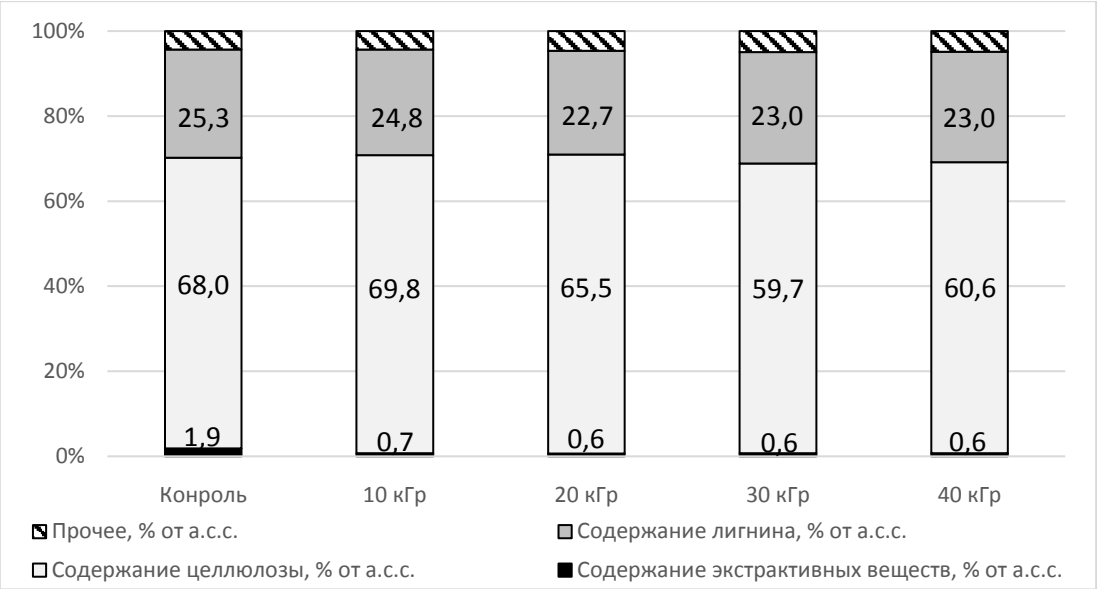
Конопля техническая имеет сложный химический состав нецеллюлозных компонентов: красители, смолы и жиры, в том числе камеди. Эти компоненты в совокупности называются *жировосковым комплексом*, который при натронной варке конопли технической практически не изменяет свой количественный и качественный состав. Содержание камеди оказывает большое влияние на последующую обработку целлюлозы конопли. Этот процесс требует большого количества щелочи, длительного времени и высокого потребления энергии, а также вызывает большое загрязнение окружающей среды [6].

Поэтому для того чтобы получить качественную микрокристалличе-скую часть целлюлозы, важным шагом является удаление нецеллюлозных смоляных компонентов посредством натронной варки после воздействия на сырье линейным облучением.

В качестве сырья была выбрана конопля техническая урожая 2024 г. Курганской области. Сырье изначально подготавливали в ножевой мельнице, просеивали [7].

Облучение образцов проводили на линейном ускорителе электронов с энергией 10 МэВ. Опытная группа подвергалась облучению с поглощенной дозой, равной 10–40 кГр. Результаты компонентного состава облученного сырья представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что с увеличением дозы облучения содержание экстрактивных веществ снизилось в 2,7–3,2 раза. массовая доля лигнина, по сравнению с исходным сырьем (25,5 %), снизилась на 0,5–2,6 %, что является положительным эффектом от облучения. Однако с увеличением дозы облучения происходит снижение массовой доли целлюлозы на 2,8–8,6 %. Значительное снижение наблюдается при дозах облучения от 30 кГр и выше.



Результаты исследования компонентного состава исходных и облученных отходов конопли технической

Варку проводили в автоклаве объемом 60 мл; масса абсолютно сухого сырья (а.с.с.) 7 г; расход щелочи в ед. (Na_2O) к а.с.с. 24 %; гидромодуль 1:8,5; температура варки 170 °С; подъем температуры до варочной 40–45 мин; варка – 120 мин. По окончанию варок «пеналы» доставали, охлаждали, проводили промывку до нейтрального значения pH, сортировали и анализировали.

Результаты анализа натронной целлюлозы отходов переработки конопли технической после натронной варки представлены в таблице.

Результаты анализа натронной целлюлозы после облучения

Показатели	Отходы переработки конопли технической		
	контроль	10 кГр	20 кГр
Выход, % от а.с.с.	64,1±0,1	44,7±0,1	38,4±0,1
Массовая доля лигнина, % от а.с.ц.	7,4±0,1	7,5±0,1	6,7±0,1
Массовая доля экстрактивных веществ, % от а.с.ц.	1,9	1,7	1,1

Согласно табл., после варки массовая доля экстрактивных веществ облученного сырья уменьшилась на 0,2–0,8 % от а.с.ц. в зависимости от интенсивности облучения. Однако при этом уменьшился и выход целлюлозы на 19,4–25,7 % от а.с.с., массовая доля лигнина практически не изменилась.

Увеличение интенсивности облучения от 10–40 кГр приводит к деструкции не только экстрактивных веществ (в 2,7–3,2 раза) и лигнина (на 0,5–2,6 %) в исходном сырье, но и целлюлозы (на 2,8–8,6 %). Рекомендованное облучение сырья для натронной варки, при которой не происходит разрушение углеводной части 10–20 кГр.

Таким образом, облучение электронами на линейном ускорителе растительного сырья положительно влияет на удаление смолистых веществ, не влияет на удаление лигнина и частично разрушает углеводную часть недревесного сырья. Вероятнее всего, разрушается аморфная часть целлюлозы, что способствует увеличению кристаллической части и приводит к возможности получения микрокристаллической целлюлозы.

Список источников

1. Radiation-Induced Structural Changes of Miscanthus Biomass / X.-J. Su, C.-Y. Zhang, W.-J. Li [et al.] // Appl. Sci. 2020. № 10. P. 1130. URL: https://doi.org/10.3390/app10031130 (дата обращения: 01.12.2025).

2. О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы : Постановление Правительства Рос. Федерации от 30.09.2023 г. № 1614 // Правительство России : [сайт]. URL: http://government.ru/docs/all/149902/ (дата обращения: 01.12.25).

3. Получение целлюлозы из отходов переработки конопли технической / И. А. Губанов, В. А. Вураско, А. В. Вураско [и др.] // Химия. Экология. Урбанистика. 2024. Т. 2. С. 128–131.

4. Вураско А. В., Шерстобитов А. Л., Губанов И. А. Получение технической целлюлозы из отходов переработки конопли технической окислительно-органосольвентным способом // Повышение качества жизни и обеспечение конкурентоспособности экономики на основе инновационных и научно-технических разработок : сборник статей VII Международной научно-технической конференции. В 3 т. Минск, 03–05 декабря 2024 года. Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2024. С. 344–347.

5. Влияние облучения электронами линейного ускорителя на свойства волокон и костры конопли технической / А. В. Вураско, А. Л. Шерстобитов, Е. К. Мусихин [и др.] // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов : материалы VIII Международной научно-технической конференции имени профессора В. И. Комарова, Архангельск, 11–13 сентября 2025 года. Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, 2023. С. 70–75.

6. Study on the efficiency and recyclability of Fenton-MnFe2O4 for the degumming of hemp fibers / C. Yu, Y. Zheng, Y. Sun, J. Wang // RSC Adv. 2023. No. 13 (51). P. 36382–36391. DOI: 10.1039/d3ra07352a

7. Делигнификация отходов переработки конопли технической с раствором гидроксида натрия / А. Л. Шерстобитов, И. А. Губанов, А. В. Вураско, П. С. Кривоногов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции, Екатеринбург, 07–17 апреля 2025 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 991–995.

Научная статья
УДК 630.233

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛЕНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ РАЗВОЛОКНЕННОГО ЛЬНА ЗЕЛЕНОЙ СПЕЛОСТИ

Иван Александрович Губанов[1], Анна Юрьевна Дудорова[2], Алеся Валерьевна Вураско[3], Максим Аркадьевич Агеев[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ivan.gubanov03@mail.ru
[2] dudorovaay@mail.ru
[3] vuraskoav@m.usfeu.ru
[4] ageevma@m.usfeu.ru

Аннотация. Получена целлюлоза натронной варкой льна с расходом щелочи 24,0 %. Целлюлозу отбеливали в две ступени с расходом пероксида водорода 4,0 и 2,5 % соответственно с получением целлюлозы с белизной 71,9 %. Альтернативно двухстадийной отбелке комбинированной щелочной органосольвентной обработкой достигнута белизна 88,2 %.

Ключевые слова: отбелка, целлюлоза, лен, натронная варка, органосольвентная делигнификация

Для цитирования: Получение беленой целлюлозы из разволокненного льна зеленой спелости / И. А. Губанов, А. Ю. Дудорова, А. В. Вураско, М. А. Агеев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1028−1032.

© Губанов И. А., Дудорова А. Ю., Вураско А. В., Агеев М. А., 2026

Original article

OBTAINING BLEACHED CELLULOSE FROM GREEN RIPENESS FIBERED FLAX

Ivan A. Gubanov[1], Anna Yu. Durova[2], Alesya V. Vurasko[3], Maxim A. Ageev[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ivan.gubanov03@mail.ru
[2] dudorovaay@mail.ru
[3] vuraskoav@m.usfeu.ru
[4] ageevma@m.usfeu.ru

Abstract. Cellulose was obtained by soda pulping of flax with an alkali consumption of 24,0 %. By two-stage bleaching of the obtained cellulose with peroxide consumption of 4,0 % and 2,5 %, respectively, the whiteness was 71,9 %. An alternative two-stage bleaching by combined alkaline organosolvent treatment achieved a whiteness of 88,2 %.

Keywords: bleaching, cellulose, flax, soda pulping, organosolvent delignification

For citation: Poluchenie belenoj cellyulozy` iz razvoloknennogo l`na zelenoj spelosti [Obtaining bleached cellulose from green ripeness fibered flax] (2026) I. A. Gubanov, A. Yu. Durova, A. V. Vurasko, M. A. Ageev. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1028–1032. (In Russ).

Возможность применения технической целлюлозы в качестве сорбционного материала, обладающего высокими водо- и влагопоглощающими свойствами, изучается многими исследователями [1]. Помимо древесной целлюлозы, изучены сорбционные свойства целлюлозы из соломы злаковых культур [2]. Однако до настоящего времени малоизученными для использования в качестве сорбентов остаются технические беленые целлюлозы из лубяных волокон стеблей льна. Таким образом, разработка технологий получения беленой целлюлозы из стеблей льна зеленой спелости щелочной варкой с бесхлорными способами отбелки, а также разработка технологий комбинированной щелочной органосольвентной обработки являются современными и актуальными направлениями исследований.

Цель работы – получение технической целлюлозы с повышенной белизной из стеблей льна зеленой спелости. Задачи работы: определение компонентного состава сырья, проведение натронной варки, выбор условий

и реагентов бесхлорной отбелки, проведение комбинированной щелочной органосольвентной обработки, оценка полученных результатов.

По известным методикам проведен анализ компонентного состава растительного сырья. Стебли льна предварительно измельчали на лабораторной мельнице и фракционировали. Для анализа использовали частицы с размером 2–3 мм. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Компонентный состав льна зеленой спелости

Показатели, % от массы абсолютно сухого сырья (а.с.с.)	Стебли льна зеленой спелости	Осина
Массовая доля целлюлозы, %	42,2±0,1	43,6±0,1
Массовая доля золы (ГОСТ 18461)	2,4±0,1	0,4±0,1
Массовая доля лигнина (ГОСТ 11960)	25,0±0,1	24,1±0,1
Массовая доля экстрактивных веществ, %: – растворимые в органических растворителях (метиленхлорид) (ГОСТ 6841); – растворимые в горячей воде [3]	 1,7±0,1 4,2±0,1	 1,6±0,1 2,3±0,1

Полученные результаты показывают, что по содержанию лигнина, целлюлозы и экстрактивных веществ исследуемое сырье подобно древесине лиственных пород. Однако массовая доля золы в стеблях льна в шесть раз больше, чем в лиственной породе древесины. Водорастворимых веществ в исследуемом сырье почти в два раза больше, чем в лиственных породах древесины.

Стебли льна представляют собой упругие волокна различной длины и толщины с гидрофобной поверхностью. Это затрудняет загрузку сырья в автоклавы, замедляет пропитку и последующую делигнификацию. Для снижения вышеуказанных затруднений предложена механоактивация сырья в мельнице PFI в присутствии белого щелока.

Условия натронной варки: расход NaOH 24,0 % в ед. Na_2O от массы а.с.с., гидромодуль – 4,5; температура 170 °С, продолжительность подъема температуры 45 мин, продолжительность варки 120 мин. Полученную целлюлозу промывали на хлопчатобумажных фильтрах горячей водой (70–75 °С), затем холодной водой (20–25 °С) до нейтрального значения pH.

Условия первой ступени отбелки: расход пероксида водорода 4,0 % от массы абсолютно сухой целлюлозы (а.с.ц.); расход NaOH в ед. Na_2O 2,0 % от массы а.с.ц.; температура отбелки 80 °С; продолжительность 180 мин; концентрация массы 10,0 %. После отбелки целлюлозу промывали на хлопчатобумажном фильтре до нейтрального значения pH.

Условия второй ступени отбелки целлюлозы: расход пероксида водорода 2,5 % от массы а.с.ц.; расход NaOH в ед. Na_2O 2,0 % от массы а.с.ц.; температура 80 °С; продолжительность 90 мин; концентрация массы 10,0 %.

После отбелки целлюлозу промывали на хлопчатобумажном фильтре до нейтрального значения pH.

Целлюлозу, полученную на предыдущих этапах работы, помещали в трехгорлую колбу, заливали варочный раствор, состоящий из варочной композиции равновесной перуксусной кислоты, воды и стабилизатора пероксидных соединений (ИОМС). Расход равновесной перуксусной кислоты – 1,2 г/г к а.с.с.; жидкостный модуль 10:1. Начало варки фиксировали с момента достижения температуры 90 °С. Продолжительность варки 60 мин при температуре 90 °С. По окончании варки отработанный варочный раствор отбирали под вакуумом. Целлюлозную массу промывали дистиллированной водой до нейтрального значения pH.

Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты варок льна и отбелки целлюлозы из льна зеленой спелости

Показатель	Натронная варка	Отбелка после промывки целлюлозы		Комбинированная щелочная органосольвентная варка
		первая ступень	вторая ступень	
Выход а.с. целлюлозы, от массы а.с.с.	49,5±0,1	47,5±0,1	45,4±0,1	47,6±0,1
Массовая доля золы, % от массы а.с.ц. (ГОСТ 18461)	0,8±0,06	0,4±0,06	0,4±0,06	0,3±0,06
Массовая доля лигнина, % от массы а.с.ц. (ГОСТ 11960)	3,4±0,2	2,3±0,2	1,4±0,2	2,2±0,2
Белизна, %	30,1±0,5	52,4±0,5	71,9±0,5	88,2±0,5

Из полученных результатов видно, что выход беленой целлюлозы после двух ступеней отбелки снижается на 4,0 % относительно выхода целлюлозы до отбелки и составляет 45,4 %. Массовая доля золы после первой ступени отбелки снижается в два раза, вторая ступень отбелки снижения по золе не показала. После натронной варки массовая доля лигнина в целлюлозе составила 3,4 % от массы а.с.ц., каждая ступень отбелки снижает содержание лигнина примерно в 1,5 раза.

Комбинированная щелочная органосольвентная варка позволяет получить выход целлюлозы на 2,2 % больше, чем при варке и отбелке в две ступени, позволяет снизить содержание золы в целлюлозе до 0,3 % от массы а.с.ц. Массовая доля лигнина при таком способе варки составила 2,2 %, что соответствует массовой доле лигнина после первой ступени отбелки целлюлозы, полученной натронным способом (табл. 2). Однако белизна целлюлозы, полученной комбинированной варкой (табл. 2), значительно

превышает белизну целлюлозы, полученной натронной варкой, даже после второй ступени отбелки (табл. 2). Можно предположить, что часть лигнина при комбинированной варке подверглась оптической отбелке.

Таким образом, при комбинированной щелочной органосольвентной варке получена техническая целлюлоза с выходом 47,6 %, массовой долей лигнина 2,2 %. Белизна полученной целлюлозы составила 88,2 %. При натронном способе варки с отбелкой в две стадии получена целлюлоза с выходом 45,4 %, массовой долей лигнина 1,4 %, белизной целлюлозы 71,9 %.

Список источников

1. Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения / Е. Г. Смирнова, Е. М. Лоцманова, Н. М. Журавлева [и др.]. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 252 с.

2. Вураско А. В., Симонова Е. И., Минакова А. Р. Сорбционные материалы на основе технической целлюлозы из соломы и шелухи риса // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. № 226. С. 139–154.

3. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров. СПб. : СПбЛТА, 1999. 628 с.

Научная статья
УДК 544.723+674.8

ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОПИЛКИ ЛИСТВЕННИЦЫ ДЛЯ СОРБЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ(II)

Даниил Юрьевич Дворянкин[1], Инна Геннадьевна Первова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] daniil.dvoryankin.02@mail.ru
[2] pervovaig@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования физико-механических характеристик и сравнительный анализ сорбционных свойств опилок древесины лиственницы и сосны, модифицированных растворами 0,5н, 1н, 3н, 5н HNO_3. Обработкой 5н HNO_3 опилок лиственницы получен сорбент, в 5,2 раза эффективнее извлекающий ионы Cu(II), по сравнению с сосновыми опилками.

Ключевые слова: опилки лиственницы, сорбенты, сорбционное извлечение, ионы меди, древесные отходы

Для цитирования: Дворянкин Д. Ю., Первова И. Г. Химически модифицированные опилки лиственницы для сорбционного извлечения ионов меди(II) // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1033–1038.

Original article

CHEMICALLY MODIFIED LARCH SAWDUST FOR THE SORPTION EXTRACTION OF COPPER(II) IONS

Daniil Yu. Dvoryankin[1], Inna G. Pervova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] daniil.dvoryankin.02@mail.ru
[2] pervovaig@m.usfeu.ru

Abstract. The results of the research of the physical and mechanical characteristics and a comparative analysis of the sorption properties of larch and pine sawdust modified with 0.5N, 1N, 3N, 5N HNO_3 are presented. The treatment of

© Дворянкин Д. Ю., Первова И. Г., 2026

larch sawdust by 5N HNO_3 has resulted in a sorbent that extracts Cu(II) ions 5.2 times more efficiently compared to pine sawdust.

***Keywords**:* larch sawdust, sorbents, sorption extraction, copper ions, wood waste

For citation: Dvoryankin D. Yu., Pervova I. G. (2026) Ximicheski modificirovanny`e opilki listvennicy dlya sorbcionnogo izvlecheniya ionov medi(II) [Chemically modified larch sawdust for the sorption exctraction of copper(II) ions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1033–1038. (In Russ).

Эффективные и доступные по стоимости сорбенты на основе природных материалов всегда будут востребованы для очистки и обезвреживания воды в условиях удаленности от инфраструктуры, но с обязательностью соблюдения санитарных требований и экологических нормативов. Настоящая работа посвящена исследованию и сравнительному анализу сорбционных свойств опилок лиственницы (*Lárix sibírica*), химически модифицированных растворами азотной кислоты согласно разработанной ранее методике [1]. Древесина лиственницы, в отличие от сосны, не только обладает повышенной твердостью и прочностью (плотность лиственницы – 540 кг/м^3, сосны – 415 кг/м^3 [2]), но и отличается по химическому составу [3, 4], лиственница/сосна, %: содержание целлюлозы – 36,2/50,6, лигнина – 28,6/27,5, смол и жиров – 1,4/3,4, водорастворимых веществ – 20,0/2,3. В опилках лиственницы практически полностью отсутствуют летучие органические соединения, а их фитонцидные свойства обусловлены высоким содержанием камеди и специфических смолистых веществ, создающих естественный бактерицидный барьер.

В качестве химического модификатора нативных опилок лиственницы (сорбент 1л) в нашем исследовании были применены растворы азотной кислоты различной концентрации (0,5н, 1н, 3н, 5н HNO_3). На первом этапе исследования было оценено влияние концентрации кислоты на физико-механические характеристики полученных модифицированных сорбентов 2л–5л (табл. 1). Для оценки и сравнения дополнительно были привлечены полученные нами ранее [1] данные для сосновых опилок – нативных (сорбент 1с) и модифицированных раствором 5н HNO_3 (сорбент 5с).

При практически одинаковых значениях влажности исходных нативных опилок обоих видов древесины величина удельной поверхности выше для опилок лиственницы в 8 раз, а значение суммарного объема в 1,25 раза меньше, чем для сосновых. Отмечено, что химическая обработка способствует увеличению суммарного объема пор всех модифицированных сорбентов 2л–5л на основе лиственницы (в 1,1–3,5 раза). Причем модификация

в большей степени улучшает показатель макропористости, о чем свидетельствует рост в 1,74 раза адсорбционной активности по отношению к метиленовому синему. Объем микропор (в соответствии с установленными величинами адсорбционной активности по йоду (табл. 1)) для всех образцов модифицированных опилок лиственницы имеет практически одинаковое значение – 25,4–25,7 %, характеризуя способность сорбировать низкомолекулярные органические вещества и ионы металлов.

Таблица 1

Физико-механические характеристики нативных и модифицированных опилок лиственницы

Показатель	Сорбент						
	1л	1с	2л	3л	4л	5л	5с
Модифицирующий реагент	–	–	0,5н HNO_3	1н HNO_3	3н HNO_3	5н HNO_3	5н HNO_3
Влажность (ГОСТ 16483.7–71), %	5,76	5,84	5,89	6,07	6,24	6,49	5,54
Адсорбционная активность по йоду (ГОСТ 6217–74), %	23,8	21,57	25,4	25,6	25,7	25,7	10,75
Адсорбционная активность по МГ (ГОСТ 4453–74), мг/г	215	31,20	302	256	247	374	47,60
Суммарный объем пор (ГОСТ 17219–71), $см^3/г$	3,82	5,78	6,42	5,91	4,24	12,81	7,70
Удельная поверхность, $м^2/г$	428	62,65	601	509	492	744	94,86

Самое активное влияние на изменение структуры и опилок лиственницы и сосны наблюдается при использовании 5н HNO_3. После модификации нативных опилок раствором 5н HNO_3 для лиственницы удельная поверхность сорбента 5л возрастает в 1,7 раз, и суммарный объем пор увеличивается в 3,35 раз, в то время как для сосновых опилок (сорбент 5с) эти показатели ниже – увеличение лишь в 1,5 и 1,33 раза соответственно.

Вторым этапом работы стало определение методом Боэма [5] на поверхности сорбентов 1л–5л количества кислородсодержащих функциональных групп (КСФГ): $E_{общ}$ – общее количество, $E_{карб}$ – количество карбоксильных групп, $E_{гидр}$ – количество гидроксильных групп (табл. 2).

Таблица 2

Состав функциональных групп и максимальная сорбционная емкость нативных и модифицированных опилок лиственницы

Сорбент	$E_{общ}$, мг·экв/г	$E_{карб}$, мг·экв/г	$E_{гидр}$, мг·экв/г	Соотношение $E_{карб}$/ $E_{гидр}$	A(Cu), мг/г	A(Cu), мг·экв/г
Сорбент 1	4,00	3,33	0,67	5:1	6,40	0,20
Сорбент 2	3,75	3,50	0,25	14:1	22,40	0,70
Сорбент 3	3,93	2,00	1,93	1:1	34,12	1,07
Сорбент 4	4,88	1,5	3,38	1:2,25	48,00	1,50
Сорбент 5	4,25	2,50	1,75	1,4:1	56,51	1,77

Установлено, что химическая модификация неоднозначно повлияла как на качественный состав, так и на количество функциональных групп. Например, при снижении на 6,25 % $E_{общ}$ в сорбенте 2л состав КСФГ представлен в основном карбоксильными группами, в то время как для образца 3л достигнуто соотношение $E_{карб}/E_{гидр}$ = 1:1 при уменьшении $E_{общ}$ на 1,7 %. Наибольшее количество КСФГ ($E_{общ}$ = 4,88 мг·экв/г) найдено для сорбента 4л, причем с преимущественным содержанием гидроксильных групп – $E_{карб}/E_{гидр}$ = 1:2,25.

На рис. 1 представлены изотермы сорбции ионов меди (II) исходными и модифицированными опилками лиственницы. Стоит отметить, что в результате модификации растворами азотной кислоты с увеличением концентрации модификатора возрастает и максимальная сорбционная емкость сорбентов 2л–5л вне зависимости от состава и количества КСФГ на их поверхности.

Изотермы сорбции всех образцов относятся к 1 типу изотерм по классификации Брунауэра, Деминга, Деминга и Теллера (БДДТ), что характерно для микропористых тел с относительно развитой внешней поверхностью. Максимальная сорбционная емкость по отношению к ионам Cu(II) достигает значения 56,51 мг/г для сорбента 5л, что в 5,2 раза больше, чем для сорбента 5с, полученного в аналогичных условиях на основе сосновых опилок [1]. Сравнение сорбционного поведения опилок лиственницы и сосны, представленное на рис. 2, однозначно указывает на преимущество сорбентов на основе модифицированных опилок лиственницы при извлечении ионов меди из водных растворов.

Все изотермы адсорбции обработаны в рамках моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина – Радушкевича и Темкина. Результаты представлены в табл. 3.

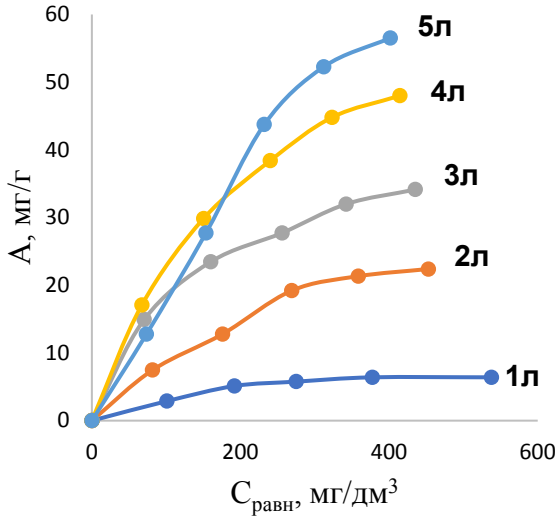


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов Cu(II) сорбентами 1л–5л на основе опилок лиственницы

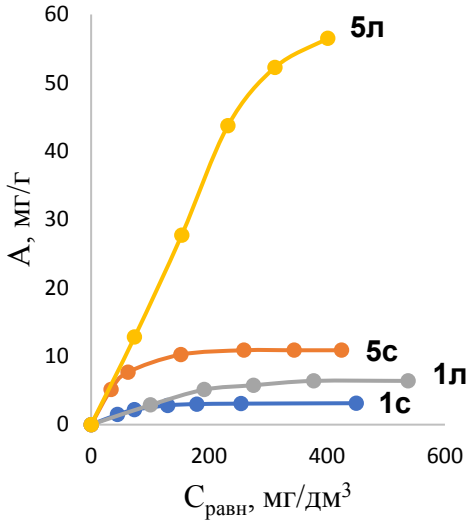


Рис. 2. Изотермы сорбции ионов Cu(II) сорбентами на основе опилок лиственницы и опилок сосны

Таблица 3

Уравнения регрессии и коэффициенты аппроксимации адсорбционных моделей

Модель	Параметр	Сорбент				
		1л	2л	3л	4л	5л
Ленгмюра	Уравнение регрессии	24,678x + 0,0909	9,1571*x* + 0,0223	3,1315*x* + 0,0227	3,0474*x* + 0,0132	5,6105*x* + 0,001
	R^2	0,9562	0,9932	0,9977	0,9998	0,9938
	$K_L \cdot 10^{-3}$	3,6	2,4	7,2	4,3	0,2
Фрейндлиха	Уравнение регрессии	0,4807*x* – 0,4486	0,6753*x* – 0,4046	0,4562*x* + 0,3437	0,5785*x* + 0,1929	0,9091*x* – 0,5617
	R^2	0,8619	0,9751	0,9898	0,9867	0,9761
	k_f	0,356	0,394	2,207	1,559	0,274
	n	2,08	1,481	2,192	1,729	1,1
	$1/n$	0,481	0,675	0,456	0,579	0,909
Дубинина – Радушкевича	Уравнение регрессии	–45,965*x* + 2,1198	–100,71*x* + 3,7422	–12,673*x* + 3,6591	–13,37*x* + 4,2561	–23,84*x* + 4,7648
	R^2	0,6975	0,8836	0,991	0,9922	0,1397
	E, Дж/моль	363	245	691	673	504
Темкина	Уравнение регрессии	2,1631*x* – 6,6678	9,2741*x* – 33,711	10,581*x* – 30,196	17,351*x* – 56,296	27,065*x* – 104,84
	R^2	0,9095	0,9759	0,9967	0,9972	0,9847
	$B_{\text{ТЕ}}$, Дж/моль	1173	265	232	142	91

В результате обработки изотерм сорбции по величине коэффициентов аппроксимации R^2 установлено, что сорбция ионов меди(II) на всех мо-

дифицированных опилках лиственницы наиболее точно описывается моделью Ленгмюра, основанной на предположении о формировании за счет физической сорбции монослоя адсорбированных молекул на поверхности адсорбента. Величины коэффициентов n (степень нелинейности и сила адсорбции) и n^{-1} (показатель неоднородности сорбционных центров) модели Фрейндлиха позволяют сделать вывод о том, что на всех образцах протекает именно кооперативная физическая сорбция, и чем больше вещества сорбировано, тем легче идет процесс. Энергетические параметры моделей Дубинина – Радушкевича и Темкина (E – энергия адсорбции и B_{TE} – константа Темкина) также указывают на механизм физической сорбции.

Список источников

1. Исследование физико-химических характеристик модифицированных углеродных сорбентов на основе древесных отходов / Д. Ю. Дворянкин, И. Г. Первова, Т. И. Маслакова, И. А. Клепалова // Сорбционные и хроматографические процессы. 2023. Т. 23, № 5. С. 868–878. DOI: 10.17308/sorpchrom.2023.23/11721

2. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.

3. Богомолов Б. Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений. М. : Лесная промышленность, 1973. 400 с.

4. Никитин В. М., Оболенская А. В., Щеголев В. М. Химия древесины и целлюлозы. М. : Лесная промышленность, 1978. 368 с.

5. Boehm H. P. Surface oxides on carbon and their analysis: a critical assessment // Carbon. 2002. Vol. 40. P. 145–149.

Научная статья
УДК 66.092-977-922

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРБОНИЗАЦИИ БИОУГЛЯ НА ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

Алена Владимировна Дорошенко[1], Елизавета Евгеньевна Никитина[2], Елена Викторовна Томина[3]
[1–3] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] al.doroschencko2016@yandex.ru
[2] valerianka4me@yandex.ru
[3] tomina-e-v@yandex.ru

Аннотация. Биоуголь представляет собой многофункциональный материал, характеристики которого зависят от параметров пиролиза. Цель данной работы – изучение влияния длительности отжига и скоростей нагрева при фиксированной температуре на выход, насыпную плотность и pH биоугля, полученного из опилок березы.

Ключевые слова: биоуголь, скорость нагрева, время отжига

Для цитирования: Дорошенко А. В., Никитина Е. Е., Томина Е. В. Влияние параметров карбонизации биоугля на его характеристики // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1039−1041.

Original article

INFLUENCE OF BIOCHAR CARBONATION PARAMETERS ON ITS CHARACTERISTICS

Alyona V. Doroshenko[1], Elizaveta E. Nikitina[2], Elena V. Tomina[3]
[1–3] Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] al.doroschencko2016@yandex.ru
[2] valerianka4me@yandex.ru
[3] tomina-e-v@yandex.ru

Abstract. Biochar is a multifunctional material, the characteristics of which depend on pyrolysis parameters. The purpose of this research is to investigate the

© Дорошенко А. В., Никитина Е. Е., Томина Е. В., 2026

influence of annealing duration and heating rates at a fixed temperature on the yield, bulk density and pH of biochar obtained from birch sawdust.

Keywords: biochar, heating rate, annealing time

For citation: Doroshenko A. V., Nikitina E. E., Tomina E. V. (2026) Vliyanie parametrov otzhiga biouglya na ego xarakteristiki [Influence of biochar carbonation parametrs on its characteristics]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1039–1041. (In Russ).

Работы последних лет [1–3] подчеркивают, что параметры термической обработки биоугля – температура, длительность и режим нагрева – существенно влияют на его структуру и функциональные свойства, однако данные разных авторов нередко противоречивы и неполны. Исследователи отмечают тенденции к снижению выхода материала при высокотемпературном пиролизе, изменению кислотно-основных свойств поверхности и вариациям плотности, но влияние конкретных условий нагрева (например, скорости повышения температуры) освещено ограниченно и зачастую рассматривается лишь косвенно. Поэтому вопрос о том, как именно режимы карбонизации определяют выход биоугля, его насыпную плотность и pH водной вытяжки, остается актуальным и требует уточнения.

Березовые опилки подвергали пиролизу при скоростях нагрева 5, 10 и 15 °С/мин до 400 °С с выдержкой 30, 60 и 90 мин. Определяли выход на сухую массу сырья, насыпную плотность методом цилиндра и pH водной вытяжки (1:10, 1 ч).

При всех временных режимах более высокая скорость нагрева приводила к незначительному снижению выхода биоугля (таблица). Так, при 30, 60 и 90 мин выход снижался при переходе от 5 к 15 °С/мин, оставаясь в пределах 26–28 %. Это связано с более интенсивной дегазацией при высоких скоростях нагрева.

Наблюдалось увеличение pH водной вытяжки с ростом как продолжительности пиролиза, так и скорости нагрева. Это связано с удалением кислых кислородсодержащих групп (карбоксильных, фенольных) и относительным обогащением золы щелочными ионами (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}), в результате pH смещается в щелочную сторону до значений 8,24–8,61 (90 мин выдержки) при разных скоростях нагрева.

Насыпная плотность оказывается наибольшей при среднем режиме нагрева – 10 °С/мин (от 186,59 до 210,89 г/дм^3). При 5 °С/мин материал сохранял более плотную структуру, а при 15 °С/мин из-за интенсивного газовыделения формировалась более пористая и легкая структура (180,78–192,17 г/дм^3). Такое немонотонное поведение объясняется конкуренцией

механизма образования пор (снижающего плотность) и сохранения массы/агломерации частиц (повышающего плотность).

Влияние режимов на свойства биоугля

Время *t*, мин	Скорость нагрева, °С/мин	Среднее значение выхода продукта, %	Среднее значение насыпной плотности, г/дм^3	Среднее значение pH
30	5	27,62	164,37	7,47
60	5	27,42	178,14	7,90
90	5	27,17	201,92	8,37
30	10	28,16	210,89	7,83
60	10	27,14	186,59	8,06
90	10	27,09	194,83	8,24
30	15	27,52	180,78	7,10
60	15	27,34	187,50	7,31
90	15	26,28	192,17	8,61

Скорость нагрева является определяющим параметром формирования свойств биоугля. Увеличение скорости снижает выход, повышает pH и способствует уменьшению насыпной плотности. Оптимальные значения плотности наблюдаются при средней скорости нагрева (10 °С/мин), что важно для получения биоуглей с заданной структурной организацией.

Список источников

1. The Impact of Pyrolysis Temperature on Biochar Properties and Its Effects on Soil Hydrological Properties / M. Ghorbani, E. Amirahmadi, R. W. Neugschwandtner [et al.] // Sustainability. 2022. No. 14. P. 14722.

2. Effects of pyrolysis temperature on biochar's characteristics and speciation and environmental risks of heavy metals in sewage sludge biochars / X. Zhang, B. Zhao, H. Liu [et al.] // Environmental Technology & Innovation. 2022. Vol. 16. P. 102288.

3. Томина Е. В., Ходосова Н. А., Лукин А. Н. Сорбционно-поверхностные характеристики модифицированного биоугля, полученного при карбонизации опилок сосны // Сорбционные и хроматографические процессы. 2022. Т. 22, № 4. С. 442–452. DOI: 10.17308/sorpchrom.2022.22/10600

Научная статья
УДК 614.8.027.1:674.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПИЛОК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS*) ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ПЛЕНОК НЕФТИ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Анастасия Артёмовна Дятлова[1], Земфира Талгатовна Санатуллова[2], Ильдар Гильманович Шайхиев[3]
[1–3] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
[1] nastyadyatlova03@gmail.com
[2] my@3sanatullova.ru
[3] ildars@inbox.ru

Аннотация. Исследована возможность использования нативных опилок сосны обыкновенной в качестве нефтесорбента для удаления аварийных разливов углеводородов с водной поверхности.

Ключевые слова: опилки, нефть, водная поверхность, удаление

Для цитирования: Дятлова А. А., Санатуллова З. Т., Шайхиев И. Г. Использование опилок сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) для удаления пленок нефти с водной поверхности // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1042−1045.

Original article

USE OF SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS*) SAWDUST TO REMOVE OIL FILMS FROM WATER SURFACES

Anastasia A. Dyatlova[1], Zemfira T. Sanatullova[2], Ildar G. Shaikhiev[3]
[1–3] Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
[1] nastyadyatlova03@gmail.com
[2] my@3sanatullova.ru
[3] ildars@inbox.ru

Abstract. The possibility of using native Scotch pine sawdust as an oil sorbent for removing accidental hydrocarbon spills from water surfaces was investigated.

Keywords: sawdust, oil, water surface, removal

© Дятлова А. А., Санатуллова З. Т., Шайхиев И. Г., 2026

***For citation*:** Dyatlova A. A., Sanatullova Z. T., Shaikhiev I. G. (2026) Ispol`zovanie opilok sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris*) dlya udaleniya plenok nefti s vodnoj poverxnosti [Use of scotch pine (*Pinus sylvestris*) sawdust to remove oil films from water surfaces]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1042–1045. (In Russ).

Одной из актуальных экологических проблем современности является аварийный разлив углеводородов на водную и твердую земную поверхности в результате техногенных аварий. Особенно опасен разлив нефти и продуктов ее переработки на водную поверхность ввиду образования тонкой пленки углеводородов. Последняя нарушает газообмен между атмосферой и водной средой, способствуя ухудшению попадания кислорода воздуха внутрь водоема, что затрудняет жизнедеятельность гидробионтов. Установлено, что 1 т нефти загрязняет ~ 12 км^2 водной поверхности.

Для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов применяют различные методы: механические, физико-химические, термические, биологические. Наиболее широкое распространение среди названных способов удаления углеводородов с водной поверхности в настоящее время нашел сорбционный, который заключается в размещении на поверхности загрязненного участка водоема, предварительно огороженного боновыми заграждениями, специальных нефтесорбентов. Последние представляют собой составы и композиции различных сорбционных материалов, предназначенных для адгезии углеводородов и последующего удаления с целью регенерации или утилизации нефти и нефтепродуктов.

В настоящее время в мировом пространстве известно более 200 коммерческих нефтесорбентов. Сдерживающим фактором использования последних является высокая стоимость, низкие сорбционные показатели по нефтепродуктам и не всегда наличие в местах аварийных разливов. В связи с этим в настоящее время в мировом пространстве интенсивно развивается инновационное направление в области охраны водного бассейна от разливов углеводородов – использование в качестве нефтесорбентов различных целлюлозосодержащих отходов от переработки древесной биомассы и сельскохозяйственного сырья [1]. Достоинством последних являются дешевизна, доступность, многотоннажность и высокая эффективность извлечения углеводородов с водной поверхности и из сточных вод, загрязненных нефтепродуктами.

Объемными отходами от переработки древесной биомассы являются опилки деревьев хвойных и лиственных пород. Последние в больших количествах образуются в местах заготовки и переработки древесины на лесосеках и соответствующих предприятиях. Опилки деревьев являются ценным

вторичным материальным ресурсом, не находящим в настоящее время широкого применения. Только 30 % опилок используются повторно в различных отраслях народного хозяйства.

Одним из путей применения опилок деревьев является их использование в качестве сорбционных материалов (СМ) для извлечения различных загрязняющих веществ из природных и сточных вод [2–5], в том числе и пленок углеводородов с водной поверхности. Ранее проведенными нами исследованиями показано, что нативные и модифицированные растворами кислот, а также ультразвуковым воздействием опилки липы и ясеня обладают хорошими нефтепоглощающими свойствами. Однако деревья названных пород составляют небольшую часть от всего объема выращивания в Российской Федерации.

Наиболее распространенным хвойным деревом в Европейской части России является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Хозяйственное значение сосны обыкновенной очень разнообразно. Древесина широко используется в строительстве, в столярном и мебельном производстве, в лесопилении. Отходы лесозаготовок и лесопиления являются ценным сырьем для лесохимической промышленности. Из них получают метиловый и этиловый спирты, фенолы, углекислоту, канифоль, кормовые дрожжи и другие продукты. Путем подсочки получают живицу, а из нее скипидар и канифоль. В медицине используют сосновые почки, в которых содержатся смолы, эфирные масла, дубильные вещества, минеральные соли. Из хвои получают витамин *С* и эфирное масло, которое рекомендуют при ревматических заболеваниях. В семенах содержится много жирного масла, которое имеет медицинское, пищевое и техническое значение.

На основании вышеизложенного исследовалась возможность использования опилок сосны в качестве нефтесорбентов для удаления нефти с водной поверхности. Первоначально определялось значение максимальной нефтеемкости опилок сосны по отношению к нефти карбонового отношения Тумутукского месторождения (Республика Татарстан). Данный показатель составил 4,01 г/г через 60 мин контактирования сорбата с СМ. Данный показатель для различных групп авторов составил от 1,4 г/г до 5,33 г/г. Определено, что максимальное водопоглощение составило для опилок сосны 3,26 г/г через 60 мин взаимодействия.

В дальнейшем исследовалась возможность извлечения нефти с водной поверхности. Для этого в чашку Петри наливалось 50 $см^3$ воды и приливалось 3 и 5 $см^3$ нефти карбонового отложений. Далее на поверхность нефтяной пленки присыпался 1 г опилок сосны, который слегка притапливался. Через 60 мин контактирования опилки с сорбированной нефтью и водой извлекались с помощью заранее погруженной латунной сеточки известной массы. Определялись значения остаточного содержания нефти в чашке Петри, затем в результате математических действий определялось количе-

ство поглощенной опилками нефти и воды. Установлено, что эффективность удаления нефти, прилитой в объеме 3 $см^3$, составила более 74 %, в объеме 5 $см^3$ – более 80 %. Однако сдерживающим фактором использования нативных опилок сосны является высокое водопоглощение, что снижает сорбционные характеристики СМ. Данное обстоятельство требует гидрофобизации опилок различными химическими реагентами или физико-химическими методами.

Список источников

1. Olalekan A. A., Oluwatoyin A. O. Adsorption of crude oil spill from aqueous solution using agro-wastes as adsorbents // Journal of Scientific Research and Reports. 2021. Vol. 27, No 4. P. 27–52.

2. Mallakpour S., Sirous F., Hussain C. M. Sawdust, a versatile, inexpensive, readily available bio-waste: From mother earth to valuable materials for sustainable remediation technologies // Advances in Colloid and Interface Science. 2021. Vol. 295. P. 1–20.

3. Sawdust-biomass based materials for sequestration of organic and inorganic pollutants and potential for engineering applications / K. A. Adegoke, O. O. Adesina, J. F. Okon-Akan [et al.] // Current Research in Green and Sustainable Chemistry. 2022. Vol. 5. P. 1–39.

4. Шайхиев И. Г. Использование отходов деревопереработки в качестве реагентов для очистки сточных вод // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2008. № 12. С. 29–42.

5. Филина Н. А. Исследование сорбционных свойств древесных отходов для сбора нефтепродуктов с последующей утилизацией их в виде топливных брикетов : автореф. дисс. … канд. техн. наук / Филина Наталья Александровна. Пенза, 2011. 23 с.

Научная статья
УДК 630.233:53.092:663.031.2/.4

ОБРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Дарья Евгеньевна Жаринова[1], Екатерина Васильевна Кравцова[2], Николай Александрович Кругликов[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[3] Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия
[1] dashazh04@gmail.com
[2] 1.kkatanaa@gmail.com
[3] nick@imp.uran.ru

Аннотация. В работе исследовано влияние высокого гидростатического давления (до 550 МПа) на клубни картофеля. Показано, что многократная обработка не устраняет спорообразующие микроорганизмы, изменяет активность полифенолоксидазы и влияет на состав фракций при перегонке спирта.

Ключевые слова: высокое давление, гидростат, растительное сырье

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG и в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИФМ УрО РАН. Авторы выражают искреннюю признательность коллективу кафедры «Высшая школа биотехнологий» химико-технологического института УГЛТУ и лично Т. М. Пановой, И. К. Гиндулину и А. В. Свиридову за постоянную помощь и поддержку на всех этапах работы. Кроме того, авторы считают своим долгом поблагодарить состав группы ПБТ-41(2025 год), поскольку, многие результаты были получены в результате совместной деятельности.

Для цитирования: Жаринова Д. Е., Кравцова Е. В., Кругликов Н. А. Обработка растительного сырья высоким давлением // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1046−1050.

© Жаринова Д. Е., Кравцова Е. В., Кругликов Н. А., 2026

Original article

HIGH-PRESSURE PROCESSING OF PLANT RAW MATERIALS

Daria E. Zharinova[1], Ekaterina V. Kravtsova[2], Nikolai A. Kruglikov[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[3] Institute of metal physics, UB of RAS, Russia
[1] dashazh04@gmail.com
[2] 1.kkatanaa@gmail.com
[3] nick@imp.uran.ru

Abstract. This research investigated the effect of high hydrostatic pressure (up to 550 MPa) on potato tubers. It is shown that repeated processing does not eliminate spore-forming microorganisms, changes the activity of polyphenol oxidase, and influences the composition of alcohol distillation fractions.

Keywords: high pressure, hydrostat, plant raw materials

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG and the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the IMP UB RAS. The authors express their sincere gratitude to the staff of the Department “Higher School of Biotechnology” of the Chemical Technology Institute of USFEU and personally to T. M. Panova, I. K. Gindulin and A. V. Sviridov for their constant help and support at all stages of the work. In addition, the authors consider it their duty to thank the PBT-41 group (2025), as many results were obtained because of joint activities.

For citation: Zharinova D. E., Kravtsova E. V., Kruglikov N. A. (2026) Obrabotka rastitel`nogo sy`r`ya vy`sokim davleniem [High pressure processing of plant raw materials]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1046–1050. (In Russ).

Важным направлением пищевой химии является консервирование продуктов питания. Для этого применяются различные консерванты, подавляющие развитие микроорганизмов и замедляющие процессы деградации продуктов питания, либо используются физические воздействия. Одним из перспективных методов консервации является обработка высоким гидростатическим давлением. Такая обработка может как содействовать ингибированию развития микроорганизмов, так и модифицировать некоторые органические вещества. При этом известно, что наиболее устойчивы к гидростатическому воздействию спорообразующие микроорганизмы [1, 2]. Используя данные, полученные ранее в экспериментах со спиртовыми

дрожжами [3], мы решили усложнить обработку с учетом особенностей микробиоты, населяющей растительное сырье. Кроме того, интерес представляли особенности крахмалистого сырья после такой обработки.

В качестве образцов для исследования были использованы мелкие клубни картофеля массой от 10 до 200 г районированных сортов Ред Скарлетт и Удача урожая 2025 г. Эксперименты проводили в сентябре – октябре 2025 г. сразу после уборки урожая.

Обработку образцов клубней картофеля высоким гидростатическим давлением проводили при помощи гидростата HPP600/30L с внутренним объемом 30 л. Гидростат в качестве передающей жидкости использует воду и позволяет достигать уровня давление в камере до 600 МПа. Часть образцов для обработки поместили в герметичные контейнеры, заполненные водой, а остальные – в герметичные латексные чехлы без воды. Кроме того, параллельно с экспериментальными образцами были подготовлены контрольные тем же способом. Контрольные образцы обработке не подвергали.

Обработки проводили при 550 МПа с выдержкой 5 мин без учета времени набора давления и его сброса. Было проведено четыре обработки с однократным, трехкратным, пятикратным и десятикратным приложением давления. Последнюю обработку проводили с перерывами следующим образом: пять раз последовательно, затем два раза каждый после суточного перерыва, далее следовал перерыв на семь дней и три обработки с перерывом в сутки. Далее образцы оставили на 30 дней в камере гидростата, сбросив давление. Действительные значения давления определяли по показанию датчика давления гидростата. В дальнейшем все образцы (как контрольные, так и экспериментальные) находились в одинаковых условиях.

Для оценивания микробиологических и структурных особенностей образцов использовали световой микроскоп, оснащенный видеокамерой, и визуальный осмотр. Тонкие срезы изготавливали при помощи скальпеля. Для окрашивания крахмальных зерен использовали раствор Люголя. Окрашивание мембран производили по Романовскому – Гимзе. Окрашивание микроорганизмов производили по методу Грама.

После обработки картофель перерабатывали в сусло с развариванием под давлением при повышенной температуре и осахариванием при помощи ферментов (амилосубтилина при 70 °С и глюкоавамарина при 55 °С). Далее с использованием промышленных спиртовых дрожжей (*Bragman Industrial*) сбраживали при комнатной температуре (25 °С). После этого перегонкой получали спирт-сырец. Затем с использованием насадочной колонны разделяли спирт на три фракции (головная, тело, хвостовая) [4].

Внешний вид образцов после обработки представлен на рисунке. Во время проведения микроскопических исследований было замечено, что изменилась реакция, наблюдаемая при изготовлении тонких срезов клубня картофеля при взаимодействии с атмосферой. На контрольных образцах

наблюдали слабое потемнение среза до серого оттенка в течение получаса. После однократной обработки скорость и интенсивность потемнения значительно увеличились, оттенок превратился в черный. После десятикратной обработки и месячного хранения скорость потемнения существенно замедлилась, и окраска стала розовой с постепенным переходом к серой в течение 2-х ч. По всей видимости, произошло изменение активности полифенолоксидазы. Подобный эффект был описан в работе [5]. Кроме того, после вскрытия обработанных образцов была обнаружена микробиологическая активность. Микроскопические исследования показали, что в клубнях и воде, заполняющей емкости, наблюдаются микроорганизмы разных видов, в основном бактерии. Скорее всего, выжили анаэробные спорообразующие виды, обладающие большей устойчивостью к стрессам и отсутствию доступа к атмосфере [1]. После месяца хранения клубни картофеля полностью разложились, но при этом в образовавшемся растворе по-прежнему наблюдались крахмальные зерна. Перегонка и ректификация бражки, полученной из свежеобработанных клубней, показали, что, по сравнению с контролем, в экспериментальных партиях наблюдалось увеличение количества хвостовой фракции с повышением давления обработки. Мы предполагаем, что это связано с разложением белкового материала в исходных образцах при обработке высоким давлением.



Образцы после обработки в кювете гидростата и клубень после обработки

Таким образом, показано, что десятикратная обработка высоким давлением при 550 МПа с перерывами для активации спор не позволяет полностью избавиться от спорообразующих микроорганизмов, обсеменяющих клубни картофеля. Кроме того, выявлено, что обработка высоким давлением изменяет активность полифенолоксидазы, что подтверждается исследованиями других авторов. Также выявлено, что переработка клубней картофеля, обработанных высоким давлением, на этанол ведет к увеличению доли хвостовой фракции. Предложено объяснение этого эффекта.

Список источников

1. Крисс А. Е. Жизненные процессы и гидростатическое давление. М : Наука, 1973. 272 с.

2. High-pressure treatment in food preservation / E. Palou, A. Lopez-Malo, G. V. Barbosa-Canovas, B. G. Swanson // Handbook of food preservation. Boca Raton : CRC Press, 2007. P. 815–854.

3. Крылова Д. А., Кругликов Н. А., Бажукова И. Н. Влияние комбинированного действия ионизирующего излучения и высокого гидростатического давления на микроорганизмы // Известия РАН. Серия физическая. 2025. № 11. С. 110–116.

4. Технология спирта / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов [и др.]. М. : «Колос-Пресс», 2002. 464 с.

5. Effects of high hydrostatic pressure on enzymes, phenolic compounds, anthocyanins, polymeric color and color of strawberry pulps / Xiamin Cao, Yan Zhang, Fusheng Zhang [et al.] // Science of Food and Agriculture. 2011. Vol. 30, № 91 (5). P. 877–885.

Научная статья
УДК 674.81+541.64

АКТИВАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ЛИГНИНА КОМПЛЕКСОМ МОЧЕВИНЫ – ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

Тамара Андреевна Захарова[1], Анна Сергеевна Ершова[2], Артём Вячеславович Артёмов[3], Виктор Гаврилович Бурындин[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] marazaratamara@gmail.com;
[2] ershovaas@m.usfeu.ru;
[3] artemovav@m.usfeu.ru;
[4] buryndinvg@m.usfeu.ru.

Аннотация. В данной статье рассматриваются химические свойства гидроперита – комплекса мочевины – перекиси водорода. Мочевина и пероксид водорода являются модификаторами растительного сырья. Процесс активации лигнина с использованием гидроперита представляет практический интерес для дальнейшего химического преобразования растительного сырья при получении композиционных материалов без добавления связующих.

Ключевые слова: гидроперит, химические свойства, модификатор, лигнин, активация

Для цитирования: Активация растительного лигнина комплексом мочевины – пероксида водорода / Т. А. Захарова, А. С. Ершова, А. В. Артёмов, В. Г. Бурындин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1051–1056.

© Захарова Т. А., Ершова А. С., Артёмов А. В., Бурындин В. Г., 2026

Original article

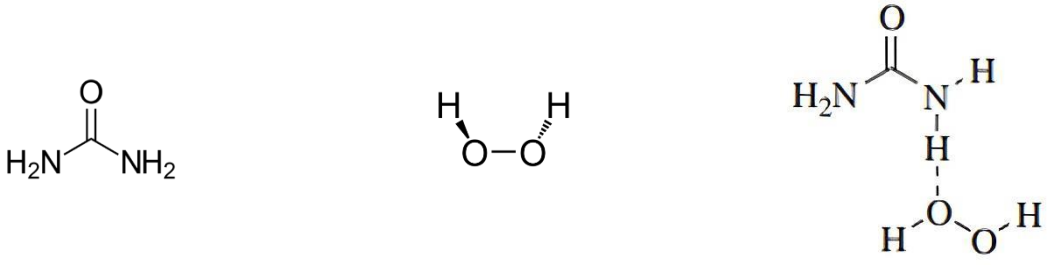
ACTIVATION OF PLANT LIGNIN WITH UREA – HYDROGEN PEROXIDE COMPLEX

Tamara A. Zakharova[1], Anna S. Ershova[2], Artyom V. Artyomov[3], Victor G. Buryndin[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] marazaratamara@gmail.com;
[2] ershovaas@m.usfeu.ru;
[3] artemovav@m.usfeu.ru;
[4] buryndinvg@m.usfeu.ru.

Abstract. This article discusses the chemical properties of hydroperite, a complex of urea hydrogen peroxide. Urea and hydrogen peroxide act as modifiers of plant raw materials. The process of lignin activation using hydroperite is of practical interest for further chemical transformation of plant raw materials in the production of composite materials without binders.

Keywords: hydroperite, chemical properties, modifier, lignin, activation
For citation: Aktivaciya rastitel`nogo lignina kompleksom mocheviny`– peroksida vodoroda [Activation of plant lignin with urea – hydrogen peroxide complex] (2026) T. A. Zakharova, A. S. Ershova, A. V. Artyomov, V. G. Buryndin. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of students and postgraduates. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1051–1056. (In Russ).

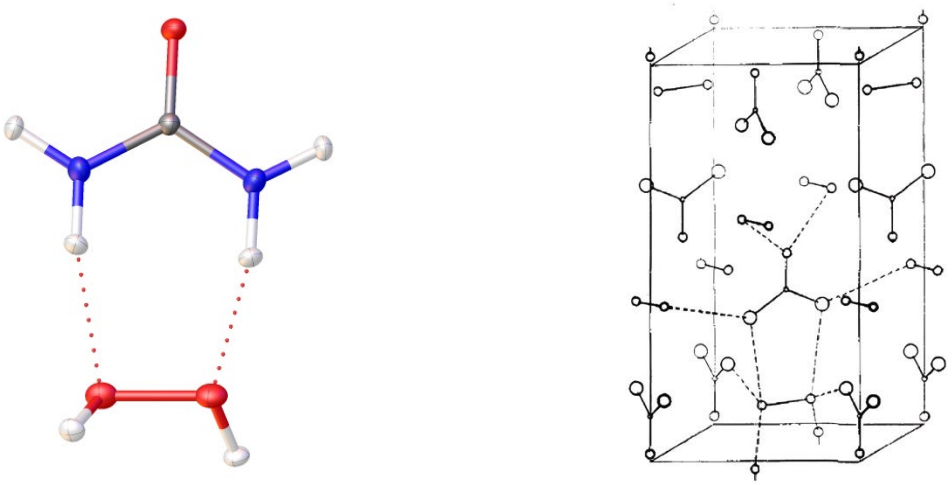
Пероксигидрат мочевины (гидроперит, UHC) представляет собой органическое соединение, содержащее молекулы водорода и кислорода, обычно используемые в качестве антисептика и отбеливателя. Это комплексное соединение, состоящее из двух компонентов: перекиси водорода (H_2O_2) и мочевины ($(NH_2)_2CO$). Его химическая формула: $(NH_2)_2CO \cdot H_2O_2$ (рис. 1) [1].



а *б* *в*

Рис. 1. Структурная формула: *а* – мочевина; *б* – пероксид водорода; *в* – гидроперит

Гидроперит – это клатрат пероксида водорода с карбамидом (мочевиной). Клатраты (от лат. *clathratus* – «закрытый решеткой») представляют собой специфичные соединения, формирующиеся за счет помещения молекул одного вещества («гостя») внутрь пустот кристаллической решетки, сформированной другим типом молекул («хозяином»), либо внутрь крупной молекулы-«хозяина». Решетчатые клатраты характеризуются включением «гостевых» молекул в структуру решетки «хозяина», тогда как молекулярные клатраты формируются посредством попадания «гостевых» частиц непосредственно внутрь полости единственной крупной молекулы (рис. 2) [2].



а *б*

Рис. 2. Предполагаемая схема структуры гидроперита:
а – структура клатрата (URL: www.en.wikipedia.org); *б* – перспективный вид элементарной ячейки кристалла [2]

Гидроперит хорошо растворяется в воде. В растворе протекают вторичные реакции: разложение перекиси на каталитических примесях ($H_2O_2 = H_2O + 1/2\ O_2$) и гидролиз мочевины $(NH_2)_2CO + H_2O = 2NH_3 + CO_2$.

В лабораторных условиях он используется как более простая в обращении замена перекиси водорода. Он зарекомендовал себя как стабильный, простой в обращении и эффективный окислитель, которым легко управлять при соответствующем выборе условий реакции. Он обеспечивает получение продуктов окисления экологически чистым способом и часто с высоким выходом, особенно в присутствии органических катализаторов, таких как цис-бутендиевый ангидрид, или неорганических, таких как вольфраматат натрия.

UHC избирательно превращает тиолы в дисульфиды, вторичные спирты в кетоны, сульфиды в сульфоксиды и сульфоны, нитрилы в амиды, а N-гетероциклы в оксиды аминов. Он также применяется для синтеза оксидов аминов, таких как пиридин-N-оксид [1].

Основные химические процессы, происходящие при применении гидроперита, представлены на рис. 3.

Добавление сухого UHC к фенил альдегиду или кетону без растворителя также ускоряет окисление по Дакину. Гидроксибензальдегиды превращаются в дигидроксибензолы (реакция Дакина) [1] и при подходящих условиях дают соответствующие бензойные кислоты.

Окисление Дакина (или реакция Дакина) – это органическая окислительно-восстановительная реакция, в ходе которой орто- или пара-гидроксилированный фенил альдегид (2-гидроксибензальдегид или 4-гидроксибензальдегид) или кетон реагирует с перекисью водорода (H_2O_2) в щелочной среде с образованием бензолдиола и карбоксилата. В целом, карбонильная группа окисляется, а H_2O_2 восстанавливается.

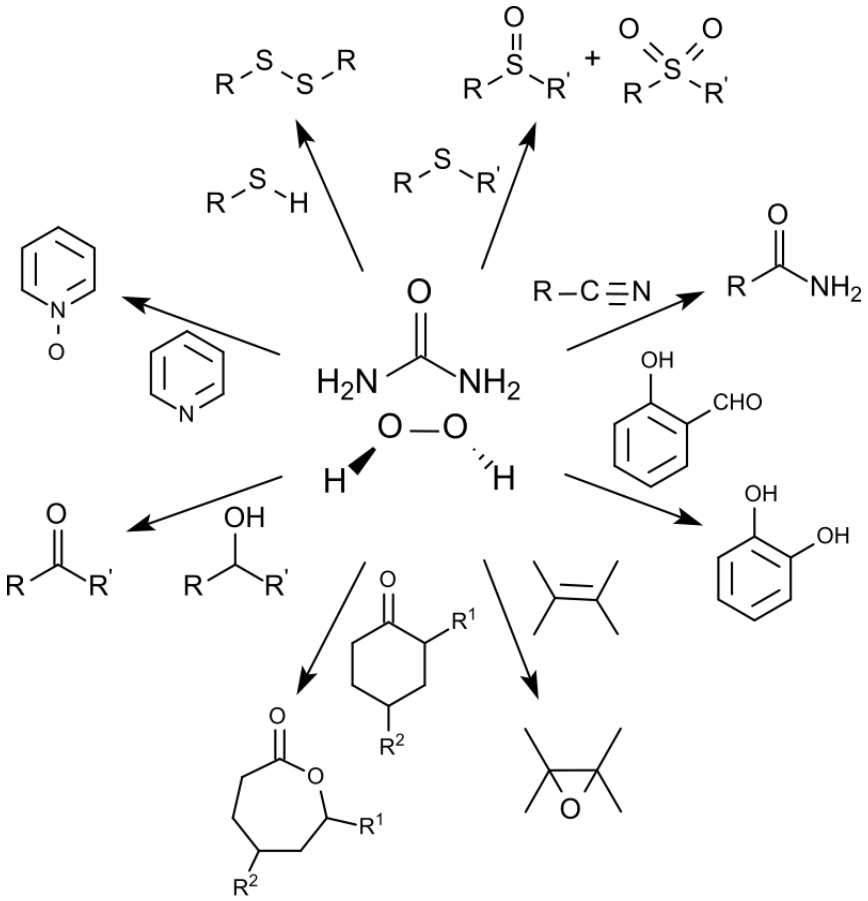


Рис. 3. Химические соединения, связанные с гидроперитом

Процесс может происходить и в слабокислых условиях по механизму, аналогичному механизму, катализируемому основанием [3].

Ранее проведенные исследования по изучению кинетики получения композиционных материалов без связующих веществ (КМ-БС) на основе растительного сырья показали, что процессы трансформации лигнина протекают значительно быстрее в присутствии химических модификаторов (уротропин, карбамид, пероксид водорода и др.) и в кислой среде.

В исследовании [4] с целью получения КМ-БС использовали гидроперит. На основании литературных данных был теоретически исследован ме-

ханизм воздействия UHC на растительное сырье при пьезотермической обработке. Исследование показало, что модификация гидроперитом может вызывать изменения в структуре лигнина растительного сырья за счет:

– образования новых функциональных групп;

– изменения степени полимеризации;

– повышения реакционной способности растительного лигнина.

Растительные лигнины классифицируют по структуре мономеров, являющихся производными гидроксикоричных спиртов (*п*-кумаровый, конифериловый, синапиловый), различающихся степенью метоксилирования. Этой степенью моксилирования и общим содержанием типа лигнина в растительном сырье будут обусловлены и его химические свойства, а также условия его химической модификации.

В работе [5] для трех модельных соединений лигнина механизм реакции Дакина был изучен с помощью теории функционала плотности (DTF). Была проведена оценка влияния заместителей на энергетический барьер реакции Дакина в модельных соединениях лигнина. Расчетные результаты показали, что реакция перегруппировки хиноновой структуры в первую очередь включает в себя образование и раскрытие кольца эпоксидной группой, образование кольца на О и С бензольного кольца и раскрытие кольца на С и С бензольного кольца. Энергетические барьеры реакции Дакина снижаются с увеличением количества метоксигрупп в модельных соединениях лигнина [5].

Это позволяет предположить, что использование лигнинсодержащего сырья с высоким содержанием метоксигрупп может способствовать увеличению скорости и глубины протекания реакций окисления в присутствии UHC.

Анализ полученных данных показал, что обработка UHC значительно повышает реакционную способность лигнина, делая его более пригодным для дальнейшего химического преобразования и разработки новых методов химико-технологической трансформации растительного сырья.

Список источников

1. Hydrogen Peroxide-Urea / H. Heaney, F. Cardona, A. Goti, A. L. Frederick // Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis. 2013. P. 1–11. DOI: 10.1002/047084289X.rh047.pub3

2. Lu C.-S., Hughes E. W., Giguère P. A. The Crystal Structure of the Urea – Hydrogen Peroxide Addition Compound $CO(NH_2)_2 \cdot H_2O_2$ // Journal of the American Chemical Society. 1941. № 63 (6). P. 1507–1513. DOI: 10.1021/ja01851a007

3. Varma R. S., Naicker K. P. The Urea − Hydrogen Peroxide Complex: Solid-State Oxidative Protocols for Hydroxylated Aldehydes and Ketones (Dakin Reaction), Nitriles, Sulfides, and Nitrogen Heterocycles // Organic Letters. 1999. № 1 (2). P. 189. DOI: 10.1021/ol990522n

4. Ершова А. С., Артёмов А. В., Бурындин В. Г. Новый химический модификатор для получения композиционного материала без применения связующих веществ // Древесные плиты и фанера: теория и практика : XXVIII Всероссийская научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 12–13 марта 2025 года. СПб. : СПбГЛТУ им. С. М. Кирова, 2025. С. 80–84.

5. Theoretical study on the reaction mechanism of Dakin oxidation: influence of methoxy groups / S. Dong, Z. Zhang, H. Zhang [et al.] // Wood Science and Technology. 2024. No. 58. P. 1141–1152. DOI: 10.1007/s00226-024-01555-0.

Научная статья
УДК 678.744.5:678.046

ПОЛУЧЕНИЕ ПРИВИТОГО СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНИЗИРОВАННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И 9,10-ДИГИДРО-9-ОКСА-10-ФОСФАФЕНАНТРЕН-10-ОКСИДА (DOPO)

Дарья Валерьевна Захарова[1], Денис Акрамович Хатыпов[2], Алексей Владиславович Свиридов[3], Алексей Евгеньевич Шкуро[4]
[1, 3, 4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2] Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, России
[1] dariyzaxarova9@gmail.com
[2] den-xatypov@mail.ru
[3] sviridovav@m.usfeu.ru
[4] shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. Получен привитой сополимер малеинизированного полипропилена и DOPO. Методом ИК-спектроскопии подтверждено образование химической связи. Продукт перспективен для создания огнестойких полимерных композитов с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Ключевые слова: малеинизированный полипропилен, DOPO, реактивная экструзия, сополимеризация, антипирен, ИК-спектроскопия

Для цитирования: Получение привитого сополимера малеинизированного полипропилена и 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-оксида (DOPO) / Д. В. Захарова, Д. А. Хатыпов, А. В. Свиридов, А. Е. Шкуро // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1057−1061.

© Захарова Д. В., Хатыпов Д. А., Свиридов А. В., Шкуро А. Е., 2026

Original article

OBTAINING A GRAFT COPOLYMER OF MALEINIZED POLYPROPYLENE AND 9, 10-DIHYDRO-9-OXA-10-PHOSPHAPHENANTHRENE-10-OXIDE (DOPO)

Daria V. Zakharova[1], Denis A. Khatypov[2], Alexey V. Sviridov[3], Alexey E. Shkuro[4]
[1, 3, 4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2] Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russia
[1] dariyzaxarova9@gmail.com
[2] den-xatypov@mail.ru
[3] sviridovav@m.usfeu.ru
[4] shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. A graft copolymer of maleated polypropylene and DOPO was obtained. IR spectroscopy confirmed the formation of a chemical bond. The product holds promise for creating flame-retardant polymer composites with improved physical and mechanical properties.

Keywords: maleated polypropylene, DOPO, reactive extrusion, copolymerization, flame retardant, IR spectroscopy

For citation: Polucheniye privitogo sopolimera maleinizirovannogo polipropilena i 9.10-digidro-9-oksa-10-fosfafenantren-10-oksida (DOPO) [Obtaining a graft copolymer of maleinized polypropylene and 9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxide (DOPO)] (2026) D. V. Zakharova, D. A. Khatypov, A. V. Sviridov, A. E. Shkuro. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1057–1061. (In Russ).

Создание полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе полиолефинов часто осложнено плохой совместимостью компонентов. Решение этой проблемы достигается использованием компатибилизаторов – веществ, улучшающих межфазное взаимодействие. Одними из наиболее эффективных и распространенных компатибилизаторов для полиолефинов являются малеинизированные полипропилены (МАРР, МАПП), которые, выступая в роли связующих агентов, обеспечивают однородность структуры и высокие физико-механические характеристики композитов [1].

Среди множества антипиренов эффективным и перспективным соединением является 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-оксид (DOPO).

Его огнезащитное действие реализуется преимущественно в конденсированной и газовой фазе, где он ингибирует радикальные процессы горения. DOPO характеризуется высоким содержанием фосфора и термической стабильностью, что делает его привлекательной альтернативой галогенированным антипиренам [2].

В настоящее время актуальной задачей является разработка многофункциональных добавок, способных одновременно улучшать несколько характеристик полимерного материала. Перспективным направлением представляется создание такой добавки на основе МАПП, которая объединила бы в себе его выдающиеся компатибилизирующие свойства с огнезащитным действием DOPO. Химическая прививка молекул DOPO к цепи малеинизированного полипропилена позволяет создать именно эту универсальную систему. Такой подход позволяет не просто механически смешать два компонента, а получить химически связанную структуру, которая обеспечит равномерное распределение антипирена в полимерной матрице, предотвратит его миграцию и вымывание, а также позволит синергетически сочетать функции компатибилизатора и антипирена в одной молекуле.

Таким образом, целью данной работы являлась модификация малеинизированного полипропилена 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-оксидом с получением привитого сополимера и подтверждение его структуры методом ИК-Фурье спектроскопии.

В качестве исходного компатибилизатора использовался коммерчески доступный малеинизированный полипропилен марки *Okabond 4220* (содержание малеинового ангидрида – 0,9 масс. %). Реагент 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-оксид (DOPO) был предоставлен компанией ООО «Асмаго». Прививка DOPO к макромолекуле *Okabond 4220* осуществлялась методом реактивной экструзии в лабораторном одночервячном экструдере с тремя зонами нагрева с температурами 180, 180 и 210 °С соответственно. Количество вводимого DOPO составляло 2 мас. % от массы *Okabond 4220*. Результаты ИК-спектроскопии продукта реакции представлены на рис. 1.

В результате анализа ИК-спектра установлено, что произошла химическая прививка ДОПО к МАПП. Ключевым доказательством этого служит появление интенсивного пика при 1 710 $см^{-1}$, соответствующего карбоксильной группе, образовавшейся при раскрытии ангидридного цикла. О неполноте протекания реакции прививки свидетельствует сохранение в спектре пика циклического ангидрида при 1 783 $см^{-1}$, а также полосы валентных колебаний Р-Н связи ДОПО (2 335 $см^{-1}$). Хотя такие характеристические пики ДОПО, как Р = О при 1 209 $см^{-1}$ и ароматические колебания при 724 $см^{-1}$, могли бы наблюдаться и при механическом смешении.

Ключевым доказательством именно химического прививания является образование новой карбоксильной группы. В случае физической смеси пик при 1 710 $см^{-1}$ отсутствовал бы, наблюдались бы исключительно пики исходных компонентов, что однозначно подтверждает образование химической связи между компонентами.

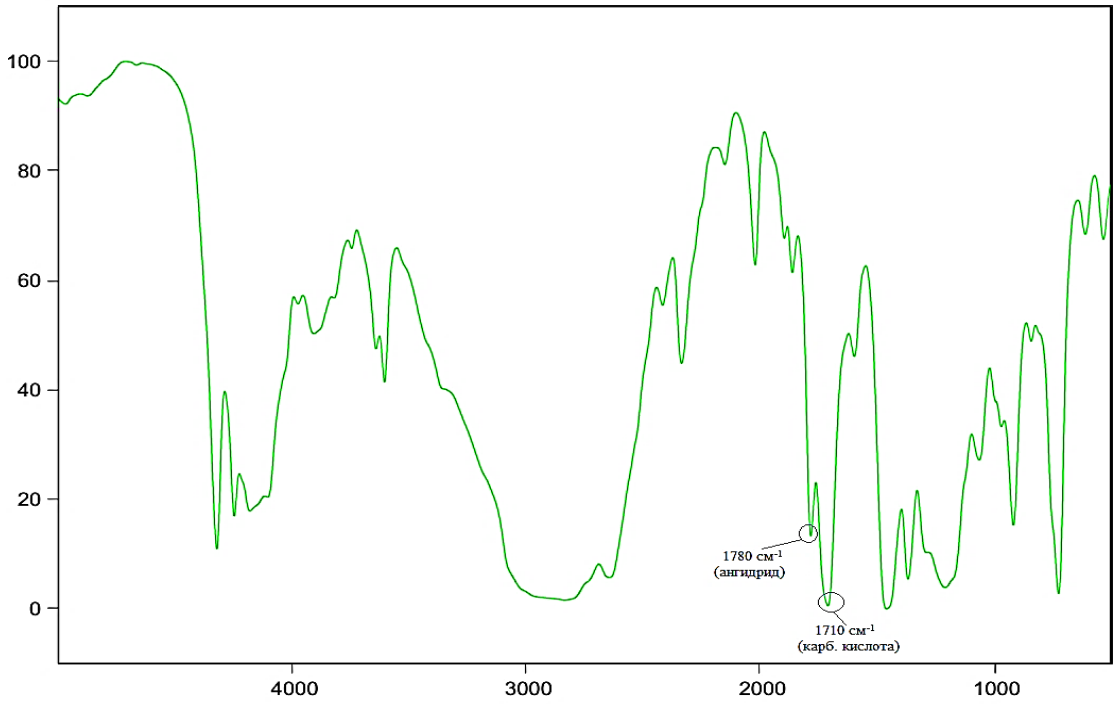


Рис. 1. ИК-спектр продукта реакции

Реакция между DOPO и MAPP напоминает взаимодействие спиртов с ангидридами. В случае DOPO роль гидроксильной группы спирта играет P–OH-группа (рис. 2). Предполагаемый механизм реакции включает несколько последовательных стадий: нуклеофильный атом кислорода P–OH-группы DOPO атакует электрофильный карбонильный углерод ангидридного цикла MAPP, что приводит к его раскрытию.

Последующий перенос протона с атома фосфора на карбоксилат-ион и формирование карбоновой кислоты завершаются образованием устойчивой фосфоэфирной связи (P–O–C=O). Данный механизм удовлетворительно объясняет как образование новой карбоксильной группы, проявляющейся в ИК-спектре при 1 710 $см^{-1}$.

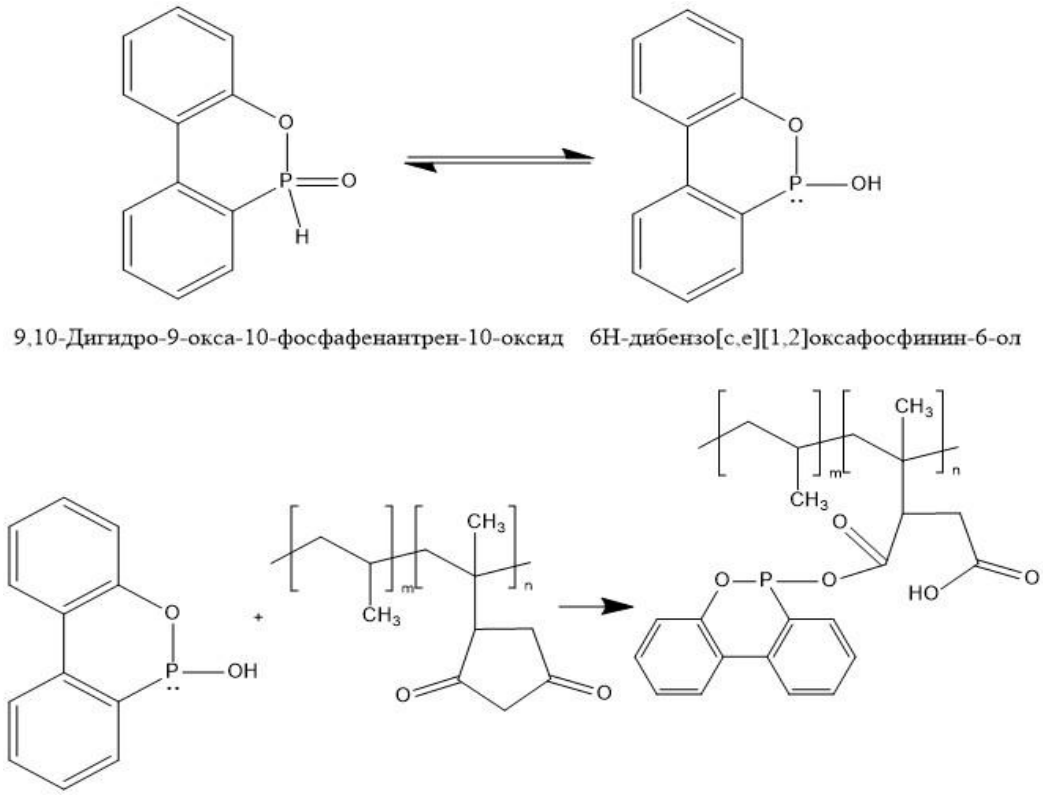


Рис. 2. Предполагаемая схема реакции прививки DOPO к МАРР

В результате работы получен многофункциональный модификатор для полимерных композиционных материалов. Методом ИК-спектроскопии подтверждена химическая прививка DOPO к малеинизированному полипропилену. Полученный продукт перспективен для создания композитов «полиолефин/лигноцеллюлозный наполнитель», где сможет одновременно выполнять функции компатибилизатора и антипирена. Для подтверждения эффективности модификатора планируются испытания огнестойкости и физико-механических свойств разработанных материалов.

Список источников

1. Compatibilization of PP/elastomer/microsilica composites with functionalized polyolefins: Effect on microstructure and mechanical properties / R. Uotila, U. Hippi, S. Paavola, J. Seppälä // Polymer. 2005. Vol. 46. P. 7923–7930. DOI: 10.1016/j.polymer.2005.06.099

2. A Novel and Effective Synthetic Approach to 9,10-Dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxide (DOPO) Derivatives. / J. Artner, M. Ciesielski, M. Ahlmann [et al.] // Phosphorus, Sulfur, Silcon and the related Elements. 2007. Vol. 182. P. 2131–2148. DOI: 10.1080/10426500701407417

Научная статья
УДК 378.147

ЭЛЕМЕНТЫ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД»

Екатерина Михайловна Зенина[1], Татьяна Анатольевна Мельник[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] zenina-2002@mail.ru
[2] melnikta@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены элементы практико-ориентированного подхода, реализуемые в рамках преподавания дисциплины «Технология очистки сточных вод» при подготовке специалистов в области экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, практико-ориентированный подход, очистка сточных вод

***Для цитирования*:** Зенина Е. М., Мельник Т. А. Элементы практико-ориентированного подхода в преподавании дисциплины «Технология очистки сточных вод» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1062–1065.

Original article

ELEMENTS OF A PRACTICE-ORIENTED APPROACH TO TEACHING THE DISCIPLINE “WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY”

Ekaterina M. Zenina[1], Tatiana A. Melnik[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] zenina-2002@mail.ru
[2] melnikta@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the elements of a practice-oriented approach implemented within the framework of teaching the discipline “Wastewater treatment technology” in the training of specialists in the field of environmental safety.

© Зенина Е. М., Мельник Т. А., 2026

Keywords: environmental safety, practice-oriented approach, wastewater treatment

For citation: Zenina E. M., Melnik T. A. (2026) E`lementy` praktiko-orientirovannogo podxoda v prepodavanii discipliny` “Texnologiya ochistki stochny`x vod” [Elements of a practice-oriented approach to teaching the discipline “Wastewater treatment technology”]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduates students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1062–1065.

Практико-ориентированный подход в преподавании дисциплин имеет целью обеспечить обучающихся теоретическими знаниями и практическими навыками, которые они смогут применить в реальной профессиональной деятельности. При этом применяемые технологии обучения должны способствовать формированию профессиональных, личностно значимых и социально значимых компетенций у студентов, что обеспечит качественное выполнение будущим специалистом своих профессиональных функций.

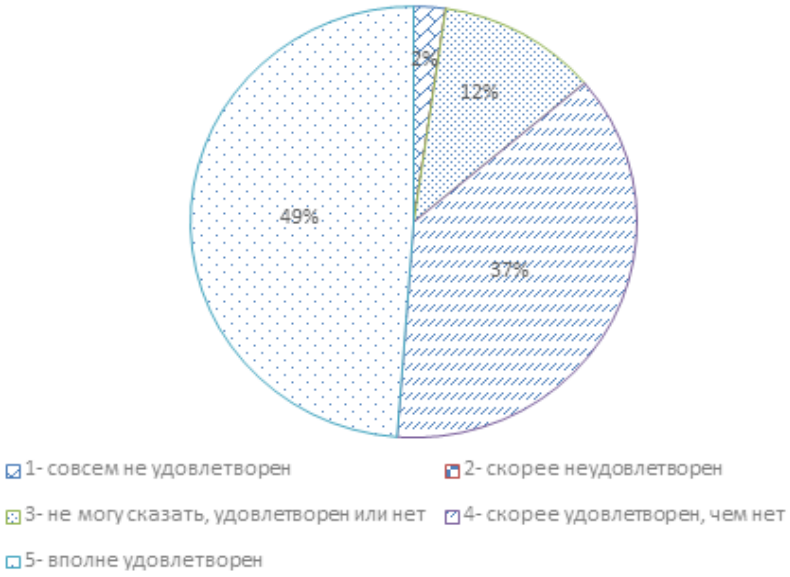
Одной из задач при подготовке специалистов в области экологической безопасности по образовательным программам 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов») и 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль «Инженерная защита окружающей среды»), реализуемым в ФГБОУ ВО УГЛТУ, является формирование профессиональных компетенций, связанных со способностью осуществлять эколого-технологическое проектирование и реконструкцию технологических линий обезвреживания сточных вод с учетом наилучших доступных технологий и экономической целесообразности планируемой деятельности.

В настоящий момент в образовательный процесс по дисциплине «Технология очистки сточных вод» активно внедряются некоторые подходы, характерные для практико-ориентированного обучения, направленные на максимальное сочетание теоретических знаний и практических навыков: элементы технологии контекстного и интерактивного обучения, а также проектной технологии.

Во-первых, в ходе обучения отмечено, что пассивное прослушивание лекционного материала не обеспечивает его эффективного усвоения. Для вовлечения всей аудитории в образовательный процесс студентам в начале занятия предлагается к решению задача либо ответить на риторический вопрос проблемного характера (рассуждающий метод), в содержание учебного материала вводятся информационные вопросы (диалогический метод),

используется прием лекции с заранее объявленными ошибками. Практические задания позволяют «расшевелить» студентов и поддержать вовлеченность аудитории в образовательный процесс на должном уровне.

Как показывают результаты опроса студентов, 49 % удовлетворены качеством преподавания дисциплины, 37 % скорее удовлетворены, чем нет (рисунок). При этом обучающиеся отмечают, что новая информация легче и эффективнее усваивается, если использовать больше визуализации. В связи с этим представляемый студентам лекционный материал дополняется видеороликами, позволяющими в более наглядной форме ознакомиться с работой технологического оборудования для очистки сточных вод.



Результаты опроса обучающихся по образовательным программам подготовки бакалавров по направлениям 18.03.02 и 20.03.01 по теме «Степень удовлетворенности качеством преподавания дисциплины „Технология очистки сточных вод“»

Во-вторых, для стимулирования использования обучающимися знаний и практических навыков из разных предметных областей разработаны задания по технологическому расчету экобиозащитного оборудования, введены элементы игрового проектирования и метода проектов[1]. В процессе решения конкретной эколого-инженерной задачи студенты задействуют знания и навыки в области естественно-научных дисциплин, гидрогазодинамики, эколого-экономического анализа, а также практикуют навыки сотрудничества и межличностного общения при работе в малой группе.

[1] Зенина Е. М., Мельник Т. А. Использование метода проектов при подготовке специалистов в сфере экологической безопасности // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 914–918.

В-третьих, периодически организуются целевые экскурсии на действующие очистные сооружения промышленных предприятий и Водоканал, в специализированные лаборатории. В ходе экскурсий обучающиеся могут познакомиться с технологическим оборудованием по очистке сточных вод, наблюдать конкретные рабочие ситуации. Возможность пообщаться с практикующими специалистами в сфере экологической безопасности способствует повышению интереса студентов к получаемой профессии.

В-четвертых, для мотивации самостоятельности студентов в процессе обучения используются различающиеся по характеру внутреннего содержания типы самостоятельной работы. Реконструктивно-вариативный тип работ реализуется в индивидуальных практических заданиях расчета экобиозащитного оборудования по известным методикам, но с проецированием знаний к определенным условиям и ситуациям. Эвристический и исследовательский тип самостоятельной работы с элементами междисциплинарных связей реализуется при выполнении студентами проектного задания, требующего систематизации значительного количества информации, поиска новых эколого-технологических решений.

Прикладная часть (практические и лабораторные работы, проектные задания), разработанная для обучающихся на настоящий момент по дисциплине «Технология очистки сточных вод», предполагает совместное с преподавателем конструирование знаний и решение проблем.

Научная статья
УДК 661.728.62:543.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

София Сергеевна Карпенко[1], Виктория Александровна Митракова[2], Кристина Алексеевна Усова[3], Виктор Владимирович Глухих[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] sofiya.karpenko.04@inbox.ru
[2] v-mitrakova04@mail.ru
[3] usovaka@m.usfeu.ru
[4] gluhihvv@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована связь технологических параметров процесса кислотного гидролиза ацетата целлюлозы с показателем преломления продуктов реакции. Полученные результаты позволяют оптимизировать процесс получения ацетата целлюлозы с заданными свойствами.

Ключевые слова: ацетат целлюлозы, кислотный гидролиз, рефрактометрия, показатель преломления, регрессионный анализ

Для цитирования: Исследование процесса кислотного гидролиза ацетата целлюлозы рефрактометрическим методом / С. С. Карпенко, В. А. Митракова, К. А. Усова, В. В. Глухих // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Все-российской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1066–1070.

© Карпенко С. С., Митракова В. А., Усова К. А., Глухих В. В., 2026

Original article

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF ACID HYDROLYSIS OF CELLULOSE ACETATE BY THE REFRACTOMETRIC METHOD

Sofia S. Karpenko[1], Victoria A. Mitrakova[2], Kristina A. Usova[3], Victor V. Glukhikh[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] sofiya.karpenko.04@inbox.ru
[2] v-mitrakova04@mail.ru
[3] usovaka@m.usfeu.ru
[4] gluhihvv@m.usfeu.ru

Abstract. The relationship between the technological parameters of the acid hydrolysis of cellulose acetate and the refractive index of the reaction products was investigated. The obtained results allow optimization of the process for producing cellulose acetate with desired properties.

Keywords: cellulose acetate, acid hydrolysis, refractometry, refractive index, regression analysis

For citation: Issledovanie processa kislotnogo gidroliza acetata cellyulozy` refraktometricheskim metodom [Investigation of the process of acid hydrolysis of cellulose acetate by the refractometric method] (2026) S. S. Karpenko, V. A. Mitrakova, K. A. Usova, V. V. Glukhikh. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1066–1070. (In Russ).

Поскольку целлюлоза не обладает термопластичностью, для получения пластиков ее подвергают химической модификации, в основном этерификации уксусным ангидридом с получением ацетата целлюлозы (АЦ). Обратный процесс − контролируемый гидролиз АЦ − позволяет получать материалы с заданными свойствами. Ключевым параметром является степень ацетилирования: ее повышение усиливает стойкость композитов и снижает водопоглощение, в то время как уменьшение молекулярной массы полимера за счет кислотного гидролиза ускоряет его биодеградацию [1, 2].

Для оперативного контроля глубины протекания гидролиза удобно использовать рефрактометрию − метод, характеризующийся простотой и быстротой измерения показателя преломления. Однако для его практического применения необходимо установить связь между показателем преломления, технологическими параметрами процесса (концентрация катализатора, температура и время реакции) и структурными характеристиками продукта (степень ацетилирования, молекулярная масса) [3, 4].

Согласно литературным данным, показатель преломления определяется двумя ключевыми структурными параметрами: степенью ацетилирования и длиной полимерной цепи. Увеличение количества гидроксильных групп при деацетилировании повышает полярность системы и показатель преломления, тогда как укорочение макромолекул в результате кислотного гидролиза снижает молекулярную массу и оптическую плотность.

Целью работы было исследование влияния параметров кислотного гидролиза (количество серной кислоты, температура, время) на показатель преломления растворов АЦ с последующей разработкой математической модели для прогнозирования процесса. Эксперимент проводили на АЦ со степенью ацетилирования 2,41, растворяя его в ледяной уксусной кислоте и варьируя ключевые факторы по схеме трехфакторного эксперимента (таблица).

Условия проведения гидролиза АЦ и результаты измерения преломления

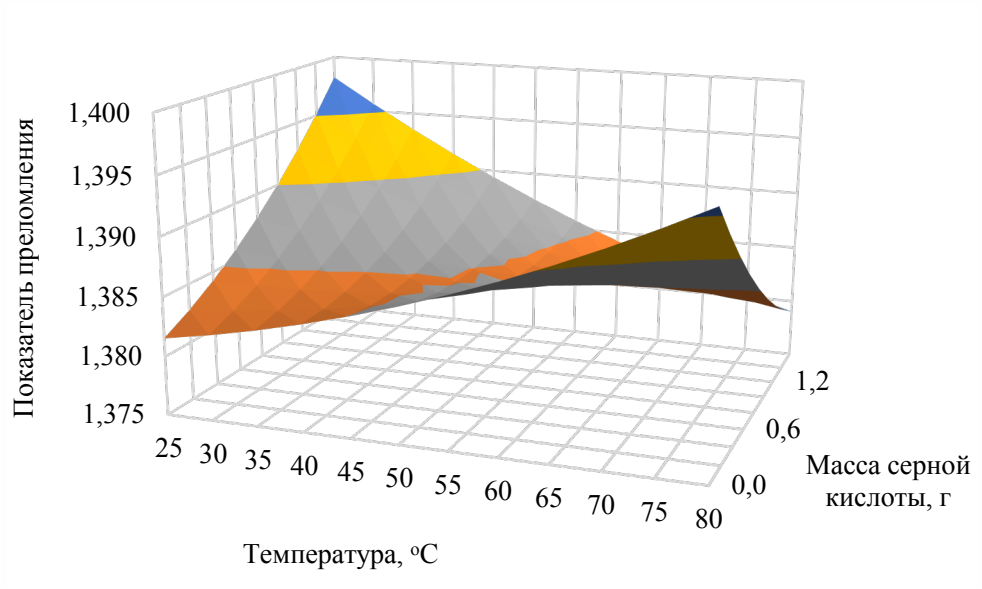
№	Масса серной кислоты Z_1, г	Температура Z_2, °С	Продолжительность реакции Z_3, мин	Показатель преломления
1	1,2	68	81	1,38303
2	1,2	37	81	1,38413
3	1,2	68	29	1,38142
4	1,2	37	29	1,39078
5	0,3	68	81	1,38366
6	0,3	37	81	1,38119
7	0,3	68	29	1,38580
8	0,3	37	29	1,38010
9	0,8	53	55	1,38201
10	1,5	53	55	1,38411
11	0,0	53	55	1,38276
12	0,8	53	100	1,38209
13	0,8	53	10	1,38167
14	0,8	80	55	1,38504
15	0,8	25	55	1,38315
16	0,8	53	55	1,38201

В результате проведения регрессионного анализа для доверительной вероятности 0,95 была разработана математическая модель, связывающая показатель преломления (Y) растворов продукта в ацетоне и технологические параметры процесса гидролиза:

$$Y = 1{,}38 + 0{,}015 \cdot Z_1 + 0{,}003 \cdot Z_1^2 + 0{,}0000025 \cdot Z_2^2 - 0{,}00038 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \ (R^2 = 0{,}64).$$

Графическая интерпретация предложенной модели представлена на рисунке.

Результаты исследования кислотного гидролиза ацетата целлюлозы выявили сложные взаимосвязи между параметрами процесса и оптическими свойствами продуктов. Максимальное значение показателя преломления (1,39078) достигнуто при концентрации серной кислоты 1,2 г, температуре 37 °С и продолжительности реакции 29 мин, что предположительно соответствует оптимальной степени деацетилирования без значительной деградации полимерной матрицы.



Зависимость показателя преломления растворов продуктов реакции от температуры и массы серной кислоты

Экспериментальные данные подтвердили сложный характер влияния технологических параметров. При низких температурах (37 °С) увеличение количества серной кислоты до 1,2 г способствовало росту показателя преломления до 1,39078 вследствие интенсификации деацетилирования. Однако при высоких температурах (68 °С) та же концентрация катализатора вызывала противоположный эффект − снижение показателя до 1,38142 из-за активации деструктивных процессов. В рамках исследованного диапазона (10–100 мин) продолжительность реакции не оказала статистически значимого влияния на показатель преломления, что подтверждается сравнением экспериментов с различным временем гидролиза при прочих равных условиях.

Полученные результаты демонстрируют выраженную зависимость между технологическими параметрами процесса и показателем преломления, однако для установления количественной связи между оптическими характеристиками и структурными параметрами продуктов реакции (степенью замещения, молекулярной массой) необходимы дополнительные исследования с применением современных аналитических методов.

Список источников

1. Петров В. А., Петров А. И., Косточко А. В. Побочные реакции гетерогенного ацетилирования целлюлозы при получении триацетата целлюлозы для специальной техники // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, № 17. С. 89–91.

2. Получение биокомпозитов с полимерной фазой пластифицированных ацетатов целлюлозы с различной степенью ацетилирования / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, К. А. Усова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2023. № 4 (394). С. 155–168.

3. Исследование процесса кислотного гидролиза ацетата целлюлозы / К. А. Усова, Р. Р. Авалев, Л. Н. Прытков, А. Е. Шкуро // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 2. С. 133–140.

4. Усова К. А., Шкуро А. Е., Прытков Л. Н. Исследование процесса кислотного гидролиза ацетата целлюлозы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. 2025. С. 972–976.

Научная статья
УДК 661.183.2

АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, ПОЛУЧЕННЫЙ МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА, И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Андрей Владимирович Мамаев[1], Надежда Георгиевна Цыганкова[2], Татьяна Александровна Савицкая[3], Дмитрий Давидович Гриншпан[4]
[1, 3] Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
[2, 4] Научно-исследовательский институт физико-химических проблем, Минск, Республика Беларусь
[1, 2] mamaev_a06@mail.ru
[3] ta_savitskaya@mail.ru
[4] grinshpan@bsu.by

Аннотация. Рассматривается способ получения активированного мезопористого угля по методу термохимической активации с использованием ортофосфорной кислоты из различного целлюлозо- и лигнинсодержащего сырья. Данный метод позволяет получать сорбенты с высокой сорбционной способностью по метиленовому голубому (до 620 мг/г), низкой зольностью и высоким выходом. Показана возможность использования полученного угля для очистки сточных вод от тяжелых металлов.

Ключевые слова: активированный уголь, целлюлозо- и лигнинсодержащее сырье, тяжелые металлы, адсорбция, сточные воды

Для цитирования: Активированный уголь, полученный методом термохимического синтеза, и его использование для очистки воды / А. В. Мамаев, Н. Г. Цыганкова, Т. А. Савицкая, Д. Д. Гриншпан // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1071−1075.

© Мамаев А. В., Цыганкова Н. Г., Савицкая Т. А., Гриншпан Д. Д., 2026

Original article

ACTIVATED CARBON PRODUCED BY THERMOCHEMICAL SYNTHESIS AND ITS USE FOR WATER PURIFICATION

Andrey V. Mamaev[1], Nadezhda G. Tsygankova[2], Tatiana A. Savitskaya[3], Dmitry D. Grinshpan[4]
[1, 3] Belarussian State University, Minsk, Republic of Belarus
[2, 4] Research Institute for Physical and Chemical Problems, Minsk, Republic of Belarus
[1, 2] mamaev_a06@mail.ru
[3] ta_savitskaya@mail.ru
[4] grinshpan@bsu.by

Abstract. This paper discusses a method for producing activated mesoporous carbon using thermochemical activation with orthophosphoric acid from various cellulose- and lignin-containing raw materials. This method enables the production of sorbents with high methylene blue sorption capacity (up to 620 mg/g), low ash content, and high yield. The potential for using the resulting carbon to remove heavy metals from wastewater is demonstrated.

Keywords: activated carbon, cellulose- and lignin-containing raw materials, heavy metals, adsorption, wastewater

For citation: Aktivirovanny`j ugol`, poluchenny`j metodom termoximicheskogo sinteza, i ego ispol`zovanie dlya ochistki vody` [Activated carbon produced by thermochemical synthesis and its use in water purification] (2026) A. V. Mamaev, N. G. Tsygankova, T. A. Savitskaya, D. D. Grinshpan. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1071–1075. (In Russ).

В настоящее время в мировой научной литературе и средствах массовой информации активно поднимаются вопросы экологического характера. Так, современная информационная повестка включает материалы, касающиеся таких проблем, как загрязнение окружающей среды, атмосферы, водных объектов, почв, воздействие антропологических изменений окружающей среды на здоровье и социально-трудовой потенциал населения, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, обращение с отходами и др.

Одними из наиболее важных экологических задач являются водоочистка и водоподготовка. В мире существует большое количество предприятий, которые сбрасывают в природные водоемы огромное количество

сточных вод, загрязненных токсичными веществами. Например, в Республике Беларусь в 2016 г. количество тяжелых металлов в составе сточных вод составило: железо общее – 272,13 т, цинк – 27,63 т, медь – 5,30 т, хром общий – 2,81 т, никель – 2,22 т, свинец – 0,62 т [1]. Очистка воды для питьевых и промышленных целей является важной задачей, поэтому в настоящее время активно проводится поиск эффективных сорбентов для очистки воды. Одним из самых лучших сорбентов является активированный уголь (АУ) [2].

Активированный уголь – это универсальный продукт, который имеет множество сфер применения. В Республике Беларусь имеется широкая сырьевая база для его производства в виде древесины, гидролизного лигнина, отходов деревообработки, торфа, бурых углей. Так, только в цехах Минлесхоза РБ в 2020 г. образовалось 630 тыс. $м^3$ опилок и коры. К сожалению, из-за высокой себестоимости производства по существующим технологиям АУ в нашей стране не выпускается, и поэтому для удовлетворения растущего спроса в основных отраслях народного хозяйства он импортируется из Российской Федерации (более 570 т в год). В связи с этим актуальной задачей является поиск, рассмотрение и комплексный анализ существующей научно-технической информации, касающейся новых технологий получения, свойств и областей применения активированных углей.

Мы предложили для получения активированного угля по методу термохимического синтеза использовать различное целлюлозо- и лигнинсодержащее сырье: торф, гидролизный лигнин, коровий навоз, картон, лен, молодой и старый бамбук, волокнистую целлюлозу, сосновые опилки, кору сосны, солому злаковых. Для этого указанное сырье измельчали и затем обрабатывали химическим активатором – раствором ортофосфорной кислоты. Далее проводили двухстадийную термическую обработку пропитанных H_3PO_4 образцов в муфельной печи при температурах 300 и 500 °С. Полученные угли отмывали дистиллированной водой от избытка ортофосфорной кислоты до нейтральной реакции промывных вод (оценивалась с помощью универсальной индикаторной бумаги), затем сушили при температуре 105 °С в течение 1 ч, оценивали зольность, выход и сорбционную способность по стандартному маркеру – красителю метиленовому голубому – с использованием общепринятых методик [3].

В качестве сорбента для очистки воды был взят активированный уголь, полученный методом термохимической активации ортофосфорной кислотой из опилок. Указанный уголь был испытан в качестве реагента для очистки модельных растворов от сульфата меди. Для этого к 25 мл раствора с содержанием Cu^{2+}, равным 528 мг/л, добавляли навески угля различной массы (от 0,2 до 1,0 г) и встряхивали в течение 1 ч. Кроме этого, полученный сорбент был апробирован для очистки сточных вод Минского тракторного завода. Содержание меди в воде, а также перманганатную окисляемость

определяли титриметрическим методом (иодометрия и перманганатометрия), цветность и мутность – спектрофотометрически. Показатели исходных и очищенных сточных вод МТЗ определялись в лаборатории предприятия.

Характеристики активированных углей, полученных из различного сырья по методу термохимического синтеза с использованием ортофосфорной кислоты, представлены в табл. 1. Содержание ионов меди в исходном модельном растворе и после его очистки активированным углем из опилок различной массы представлено в табл. 2. Показатели сточных вод Минского тракторного завода до и после очистки на одной из стадий активированным углем приведены в табл. 3.

Таблица 1

Характеристики активированных углей, полученных из различного целлюлозо- и лигнинсодержащего сырья по методу термохимического синтеза

Вид АУ	Выход, %	Зольность, %	СС по МГ, мг/г
АУ из торфа	19±2	31,0±1,6	404±8
АУ из смеси гидролизный лигнин + навоз (1:1)	57±6	6,0±0,3	467±9
АУ из картона	17±2	20,9±1,0	583±12
АУ из льна	39±4	4,6 ±0,2	570±11
АУ из молодого бамбука (1–3 года)	28±3	5,9±0,3	618±12
АУ из старого бамбука (4–6 лет)	31±3	6,5±0,3	597±12
АУ из волокнистой целлюлозы	35±4	5,6±0,3	602±12
АУ из сосновых опилок	31±3	3,3±0,2	610±12
АУ из коры сосны	10±1	9,8±0,5	595±12
АУ из гидролизного лигнина	62±6	21,5±1,1	540±11
АУ из соломы	19±2	13,5±0,7	580±12

Таблица 2

Очистка модельного раствора сульфата меди с помощью активированного угля из опилок методом углевания

Масса угля, г	Начальная концентрация Cu^{2+}, мг/л	Конечная концентрация Cu^{2+}, мг/л
0,2	528,0±26,4	243,2±12,1
0,4		96,0±4,8
0,6		51,2±2,6
0,8		32,0±1,6
1,0		19,2±1,0

Таблица 3

Очистка сточных вод Минского тракторного завода
с использованием метода углевания

Загрязнитель	Концентрация в исходной воде, мг/л	Концентрация в очищенной воде, мг/л	ПДК, мг/л
Хром	8,46±0,34	0,01±0,01	0,50
Железо	50,00±2,00	0,49±0,02	2,00
Медь	18,56±0,74	0,01±0,01	0,80
Цинк	25,00±1,00	0,06±0,01	1,38
Никель	10,36±0,41	0,26±0,01	0,16

Из приведенных в табл. 1 экспериментальных данных можно сделать вывод, что термохимический метод с использованием ортофосфорной кислоты позволяет получать активированные угли с очень высокой сорбционной способностью, высоким выходом и низкой зольностью. Установлено, что для получения угольных сорбентов с наилучшими характеристиками целесообразно использовать в качестве сырья сосновые опилки (сорбционная способность полученных углей – 610 мг/г). Результаты, приведенные в табл. 2 и 3, подтверждают возможность использования полученных активированных углей для очистки воды от тяжелых металлов. Использование метода углевания позволило снизить содержание практически всех загрязняющих веществ в производственных сточных водах до показателей, соответствующих ПДК.

Список источников

1. Бардюкова А. В. Актуальные экологические проблемы водных ресурсов г. Гомеля, обусловленные сбросом сточных вод // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й Международной научной конференции, г. Минск, Республика Беларусь : в 3 ч. Ч. 3. Минск : ИВЦ Минфина, 2018. С. 18–19.

2. Юрьев Ю. Л., Василец А. Д., Василец В. А. Применение активных углей в процессах водоподготовки // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modem challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 534−540.

3. Адсорбция метиленового голубого энтеросорбентами различной природы / А. В. Лишай, Т. А. Савицкая, Н. Г. Цыганкова [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Химия. 2021. № 1. С. 58–74.

Научная статья
УДК 544.723.21

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА И ОЦЕНКА ЕГО СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

Татьяна Андреевна Михайличенко[1], Людмила Анатольевна Новикова[2]
[1, 2] Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия
[1] tatyana290904@yandex.ru
[2] novikov-la@yandex.ru

Аннотация. Изучены физико-химические свойства и сорбционная способность природного цеолита, модифицированного растворами H_2SO_4, NaOH, NH_4OH. Показана наиболее высокая емкость природного цеолита к формальдегиду и цефтриаксону, тогда как кислотно-модифицированный цеолит проявил наибольшую степень очистки раствора (~75 %) от метилоранжа.

Ключевые слова: цеолиты, модификация, сорбция, очистка воды, промышленность

Для цитирования: Михайличенко Т. А., Новикова Л. А. Химическая модификация природного цеолита и оценка его сорбционной способности // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1076–1080.

Original article

CHEMICAL MODIFICATION OF NATURAL ZEOLITE AND ASSESSMENT OF ITS SORPTION CAPACITY

Tatiana A. Mikhailichenko[1], Lyudmila A Novikova[2]
[1, 2] Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia
[1] tatyana290904@yandex.ru
[2] novikov-la@yandex.ru

Abstract. The physicochemical properties and sorption capacity of native zeolite modified with H_2SO_4, NaOH, and NH_4OH solutions have been researched. The highest capacity of natural zeolite to formaldehyde and ceftriaxone was

© Михайличенко Т. А., Новикова Л. А., 2026

shown, while acid-modified zeolite showed the highest degree of purification of the solution (~75 %) from methyl orange.

Keywords: zeolites, modification, sorption, water purification, industry

For citation: Mikhailichenko T. A., Novikova L. A. (2026) Ximicheskaya modifikaciya prirodnogo ceolita i ocenka ego sorbcionnoj sposobnosti [Chemical modification of natural zeolite and assessment of its sorption capacity]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1076–1080. (In Russ).

Очистка промышленных токсикантов играет важнейшую роль в обеспечении устойчивого развития промышленности и сохранении окружающей среды. Эта деятельность направлена на защиту здоровья населения, рациональное использование природных ресурсов и повышение конкурентоспособности предприятий. Применение передовых методов очистки позволяет значительно снизить уровень выбросов вредных веществ, делая производственные процессы экологически безопасными [1].

В настоящее время использование сорбционных материалов находит отражение в различных технологических процессах, научных исследованиях и химическом анализе [2]. Сорбция представляет собой процесс поглощения веществ поверхностью или объемом пористого материала, механизмы сорбции которой могут включать физическую адсорбцию, хемосорбцию и ионный обмен. Сорбционные процессы применяются для очистки воды, воздуха, разделения газов и жидкостей, а также в катализе.

Одним из перспективных материалов, используемых для решения проблем промышленной экологии, являются природные цеолиты. Эти уникальные алюмосиликатные минералы обладают высокоразвитой микропористой структурой и высокими катионообменными свойствами, что делает их востребованными адсорбентами для удаления различных видов загрязнений из промышленных вод и воздушных потоков. Тем не менее природная форма минералов зачастую характеризуется ограниченной емкостью поглощения отдельных классов веществ, включая тяжелые металлы и трудно разлагаемые органические соединения.

Химическая модификация природных цеолитов представляет собой эффективный метод повышения их сорбционной активности [3]. Этот процесс включает обработку минералов различными реагентами, такими как растворы минеральных кислот (H_2SO_4, HCl, HNO_3) и оснований (NaOH, KOH, NH_4OH) [4]. Цеолиты обладают высокой селективностью и устойчивостью к химическим воздействиям. Их преимущество – возможность регенерации и многократного использования [5].

Цель данной работы – модификация природного цеолита растворами кислоты и оснований и оценка его физико-химических свойств и сорбционной способности в отношении промышленных токсикантов.

Объекты исследования: природный цеолит (Zt), содержащий 95 % клиноптилолита (*Zeocem*, Словакия), который был модифицирован растворами 2 н H_2SO_4 ($Zt–H^+$), 2 н NaOH ($Zt–OH^–$) и 2 н NH_4OH ($Zt–NH_4$) в течение 6 ч при 100 °С (соотношение сорбент/модификатор = 1:4). Насыпная плотность образцов определена по ГОСТ 16190–70. Сорбционная способность цеолита изучена в отношении промышленных токсикантов, в качестве которых выступали водные растворы метилового оранжевого (М. О., 12 мг/л), формальдегида (Ф., 0,01 моль/л) и цефтриаксона (Цеф., 100 мг/л). Образцы цеолита массой 0,2 г помещали в колбы с 20 мл раствора сорбата, перемешивали, оставляли на 30 мин, затем фильтровали. Остаточную концентрацию сорбата определяли: формальдегида – сульфитным методом, метиленового оранжевого – фотоколориметрически (λ = 460 нм), цефтриаксона – спектрофотометрически (λ = 290 нм).

В таблице приведены значения насыпной плотности природного и модифицированного образцов цеолита. Наибольшую насыпную плотность (0,823 г/см³) имеет образец $Zt–H^+$, что может указывать на более плотную упаковку частиц или меньшую пористость. Наименьшую насыпную плотность проявил образец $Zt–OH^–$ (0,667 г/см³), что может свидетельствовать о большей пористости или менее плотной упаковке частиц сорбента. Все образцы имеют схожую массу, но различия в объеме и насыпной плотности могут быть связаны с различиями в структуре или химическом составе цеолитов.

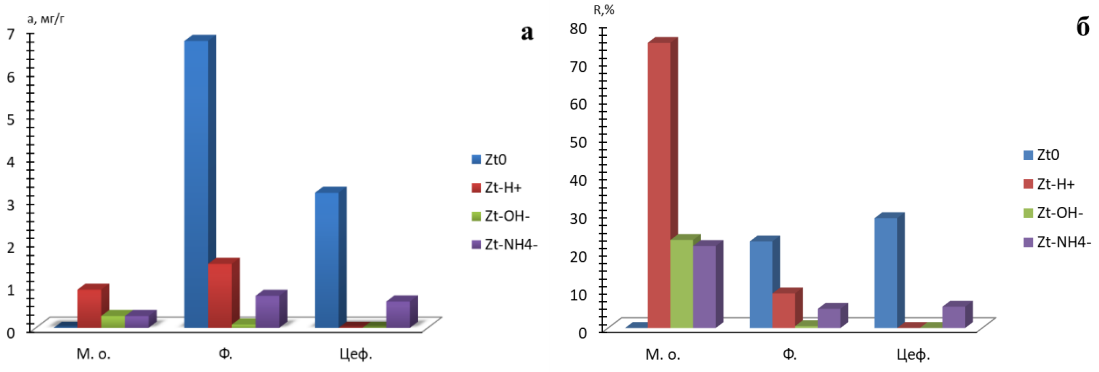
Насыпная плотность образцов цеолита

№	Образец	Насыпная плотность, г/см^3	Удельный объем, см^3/г
1	Zt^0	0,761	1,31
2	$Zt–H^+$	0,823	1,22
3	$Zt–OH^–$	0,667	1,50
4	$Zt–NH_4^–$	0,791	1,26

Обработка минералов серной кислотой приводит к растворению карбонатов, вызывает реакции обмена между обменными катионами цеолита и ионами H_3O^+ раствора, что способствует созданию мезопористой структуры, увеличивающей общую площадь поверхности сорбента, и изменяет природу активного центра. В результате этого улучшается доступ к активным центрам на поверхности цеолита, а также происходит перераспределение числа и сил активных центров, участвующих в адсорбции.

Щелочное модифицирование, напротив, формирует на поверхности цеолита функциональные группы, содержащие атомы кислорода. Это повышает способность материала взаимодействовать с положительно заряженными частицами загрязнений, включая ионы тяжелых металлов. Щелочи разрушают кристаллическую структуру цеолита, формируя новые активные центры и расширяя размер пор, что увеличивает потенциал минерала для адсорбции широкого спектра загрязняющих веществ [4].

Из рисунка, *а* видно, что наибольшую метилового оранжевого адсорбцию показывает образец Zt–H^+ (0,894 мг/г), тогда как природный образец Zt° проявил наибольшую адсорбцию формальдегида (6,72 мг/г) и цефтриаксона (3,165 мг/г). Увеличение удельной поверхности и пористости цеолита после кислотной модификации приводит к росту сорбционной способности по отношению к крупным органическим молекулам, таким как М. О. Обработка растворами оснований в меньшей степени изменила сорбционную способность к М. О., поскольку, очевидно, преобразования пористости и удельной поверхности были незначительными. Большая адсорбция Ф. природным цеолитом, вероятно, связана с физической адсорбцией на полярной поверхности цеолита. Заметная адсорбция формальдегида и цефтриаксона на поверхности образца Zt–NH_4 обусловлена химическим взаимодействием с ионами NH_4^+ (хемосорбция).



Адсорбция метилового оранжевого, формальдегида и цефтриаксона:
а – на природных и модифицированных образцах цеолита; *б* – степень очистки воды

Из рисунка, *б* следует, что наиболее высокую и эффективную степень очистки оказывает образец Zt–H^+ в случае очистки раствора М. О. Для остальных образцов сорбентов и сорбатов степень очистки невысока, что обусловлено более высокой концентрацией растворов и требует дальнейших исследований по оптимизации сорбционного процесса и модификации.

Проведенные исследования подтверждают, что химическая модификация природного цеолита путем обработки кислотами и основаниями значительно улучшает его сорбционные свойства. Особенно эффективным оказалось применение серной кислоты и гидроксида натрия, что позволило повысить показатели адсорбции и степени очистки для различных промышленных токсикантов. Высокий потенциал модифицированных цеолитов в качестве эффективных средств для борьбы с промышленными загрязнениями способствует достижению целей устойчивого развития общества и природы и минимизации экологического ущерба.

Список источников

1. Новые подходы к разработке многофункциональных сорбентов / Л. С. Кочева, О. Б. Котова, А. П. Карманов, Н. И. Богданович // Технологическая минералогия в оценке качества минерального сырья природного и техногенного происхождения : сборник статей по материалам докладов XV Российского семинара по технологической минералогии, Иркутск, 17–18 мая 2023 года. Петрозаводск : Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр РАН», 2023. С. 53–56.

2. Юрченко В. В., Никифоров А. Ф., Свиридов А. В. Получение сорбционных материалов на основе модифицированных алюмосиликатов // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тезисы докладов XXII Российской молодежной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. А. Тагер (Екатеринбург, 24–28 апреля 2012 г.). Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. С. 7–8.

3. Использование модифицированного природного цеолита для извлечения ионов металлов из водных растворов / Ю. А. Тунакова, Г. Н. Габдрахманова, В. С. Валиев [и др.] // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26, № 11. С. 177–180.

4. Регулирование сорбционных процессов на природных нанопористых алюмосиликатах. Кислотная и основная модификация / Л. И. Бельчинская, Н. А. Ходосова, О. Ю. Стрельникова [и др.] // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2015. Т. 51, № 5. С. 487–494.

5. Бибанаева С. А., Скачков В. М. Сорбция тяжелых металлов из водных растворов синтетическими цеолитами // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. № 15. С. 924–929. DOI: 10.26456/pcascnn/2023.15.924

Научная статья
УДК 674.81

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СМОЛЫ НА ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО

Евгения Васильевна Павлова[1], Карина Викторовна Келеш[2], Андрей Викторович Савиновских[3], Виктор Гаврилович Бурындин[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] pavlova5v3tl4na@yandex.ru
[2] karinakelesh@yandex.ru
[3] Savinovskihav@m.usfeu.ru
[4] buryndinvg@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты влияния содержания смолы в пресс-сырье на получение пластика без связующего и его физико-механические свойства.

Ключевые слова: природные смолы, физико-механические свойства, пластик

Для цитирования: Влияние содержания смолы на получение пластика без связующего / Е. В. Павлова, К. В. Келеш, А. В. Савиновских, В. Г. Бурындин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1081−1084.

Original article

INFLUENCE OF RESIN CONTENT ON THE PRODUCTION OF PLASTIC WITHOUT A BINDER

Evgeniya V. Pavlova[1], Karina V. Kelesh[2], Andrey V. Savinovskih[3], Victor G. Buryndin[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] pavlova5v3tl4na@yandex.ru
[2] karinakelesh@yandex.ru
[3] Savinovskihav@m.usfeu.ru
[4] buryndinvg@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents the results of the influence of the resin content in the press raw material on the production of plastic without a binder and its physical and mechanical properties.

© Павлова Е. В., Келеш К. В., Савиновских А. В., Бурындин В. Г., 2026

Keywords: natural resins, physical and mechanical properties, plastic
For citation: Vliyanie soderzhaniya smoly` na poluchenie plastika bez svyazuyushhego [Influence of resin content on the production of plastic without binder] (2026) E. V. Pavlova, K. V. Kelesh, A. V. Savinovskikh, V. G. Buryndin. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1081–1084. (In Russ).

Древесина – сложный комплекс как в биологическом, так и химическом отношении. Она состоит в основном (99 %) из органических веществ. Поэтому к веществам, входящим в состав древесины, полностью применимы законы органической химии.

Примерно 70 % органических веществ древесины составляют углеводы, около 50 % от массы древесины – целлюлоза, остальная часть углеводов – нецеллюлозные полисахариды, называемые гемицеллюлозами. Около 30 % древесины – вещества ароматической природы. Эту часть древесины называют лигнином. Небольшую часть древесины составляют так называемые экстрактивные вещества [1].

Органическими растворителями экстрагируются жиры, смоляные и жирные кислоты, эфиры этих кислот, смолы, фитостерины, воски и т. п. В целлюлозно-бумажном производстве эту группу веществ обычно называют смолами, подразумевая под ними гидрофобные вещества, растворимые в нейтральных органических растворителях [2].

Известна возможность получения древесных композиционных материалов плоским горячим прессованием из отходов деревообработки без добавления синтетических связующих, которые получили название пьезотермопластики (ПТП), лигноуглеводные древесные пластики (ЛУДП). При этом отмечается, что исходные пресс-композиции обладают низкими показателями пластично-вязкостных свойств, а полученные композиты имеют невысокие показатели физико-механических свойств, особенно водостойкости [3].

Поэтому важной проблемой древесных пластиков является неудовлетворительное качество в связи с недостаточностью потенциала природного связующего.

Цель данной работы – получение пластика без связующего с разным содержанием смолы в составе и проведение физико-механических испытаний.

Для работы использовались опилки лиственницы и опытным путем был определен их химический состав: целлюлоза – 20,6 %, лигнин – 30 % и смола – 2,4 %. Как мы видим, лигнин преобладает, что может благоприятно влиять на дальнейшее получение пластиков.

Для сравнительного анализа были изготовлены три вида пресс-сырья с разным содержанием смолы. Пресс-сырье № 1 изготовлено с естественным содержанием лигнина и смолы. Пресс-сырье № 2 заранее обессмолили, убрав из состава смолу. Обессмоливание опилок лиственницы проводилось в соответствии со стандартным методом ANSI/ASTM D 1105. Выделенную смолу добавили в состав пресс-сырья № 3 в соотношении 2 гр на 40 гр опилок лиственницы.

Образцы были получены методом горячего прессования при температуре 180 °С и давлении 40 МПа в течение 10 мин, дальнейшей подпрессовкой 10 мин и влажностью пресс-сырья 12 %. Далее были проведены физико-механические испытания для определения и сравнения свойств полученных пластиков. Результаты представлены в таблице.

Физико-механические испытания полученных образцов

Показатель	Пресс-сырье № 1	Пресс-сырье № 2	Пресс-сырье № 3
Плотность, кг/м^3	1192,5	1028,2	1177,7
Модуль упругости при изгибе, МПа	3173,5	2429,6	1697,9
Твердость НВ, МПа	42,8	58,9	33,4
Прочность на изгибе, МПа	10,2	23,2	13,3
Водопоглощение на 24 ч, %	104,0	117,2	130,3
Разбухание по толщине, %	7,7	10,0	10,9
Ударная вязкость А, кДж/м^2	1,9	2,7	1,9

В результате проведенных экспериментов была получена зависимость физико-механических свойств от влияния содержания смолы в полученных образцах.

Первое пресс-сырье показало самый высокий модуль упругости из-за равновесия компонентов в природном составе, второе имеет пониженную жесткость в связи с удалением смолы, а третье – из-за большого содержания смолы.

При повышенном содержании смолы. Смола на поверхности образцов кристаллизуется и переходит в твердое состояние, поэтому она становится очень хрупкой, и именно эта хрупкость проявляется на поверхности образца, что и указывает на снижение твердости.

Второе пресс-сырье показало наивысший результат прочности на изгибе, т. к. там остался лигнин, который и связал частицы в результате обра-

зования новых функциональных групп, придавая прочность. Первое и третье показали следующую зависимость: от увеличения количества смолы увеличивается прочность на изгибе.

Во втором пресс-сырье водопоглощение и разбухание больше, чем в первом, это можно объяснить большим содержанием ОН-группировок за счет образования водородных связей с молекулами воды. В третьем же самое большое значение в связи с большим количеством водорастворимых веществ в составе.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что смола влияет на физико-механические свойства пластика без связующего. Для улучшения физико-механических свойств требуются дальнейшие исследования.

Список источников

1. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы. М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 711 с.

2. Химия растительного сырья / А. В. Вураско, А. Р. Минакова, А. К. Жвирблите, И. А. Блинова. Екатеринбург : УГЛТУ, 2013. 89 с.

3. Савиновских А. В. Получение пластиков из древесных и растительных отходов в закрытых пресс-формах : дисс. ... канд. техн. наук / Савиновских Андрей Викторович. Екатеринбург, 2015. 107 с.

Научная статья
УДК 691.11

ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ АЦЕТИЛИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Анатолий Алексеевич Прокопьев[1], Руслан Ромелевич Хасаншин[2]
[1, 2] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
[1] prokopev.anatolij@mail.ru
[2] rusl2881@mail.ru

Аннотация. Придание повышенной прочности для древесно-полимерных композитов является основным условием для продления их долговечности. Для этих целей существуют различные способы модификации древесного наполнителя, одним из перспективных способов является ацетилирование.

***Ключевые слова*:** ацетилирование, древесная мука, прочность на разрыв, древесно-полимерный композит

***Для цитирования*:** Прокопьев А. А., Хасаншин Р. Р. Прочностные показатели древесно-полимерных композитов на основе ацетилированной древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1085−1088.

Original article

STRENGTH CHARACTERISTICS OF WOOD-POLYMER COMPOSITES BASED ON ACETYLATED WOOD

Anatoly A. Prokopiev[1], Ruslan R. Khasanshin[2]
[1, 2] Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
[1] prokopev.anatolij@mail.ru
[2] rusl2881@mail.ru

Abstract. Providing increased strength for wood-polymer composites is the main condition for extending their durability. For these purposes, there are various ways to modify wood filler, one of the promising methods is acetylation.

© Прокопьев А. А., Хасаншин Р. Р., 2026

Keywords: acetylation, wood flour, tensile strength, wood-polymer composite

For citation: Prokopiev A. A., Khasanshin R. R. (2026) Prochnostny`e pokazateli drevesno-polimerny`x kompozitov na osnove acetilirovannoj drevesiny` [Strength characteristics of wood-polymer composites based on acetylated wood]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1085–1088. (In Russ).

Ключевыми показателями строительных материалов для их потребителей являются прочность и долговечность [1]. В связи с этим огромную роль играют способы модификации [2] древесины, которая используется как наполнитель в производстве древеснонаполненных композиционных материалов, позволяющих положительно повлиять на срок эксплуатации таких материалов [3, 4]. К таким способам относится в том числе ацетилирование ледяной уксусной кислотой [5].

Получение однородной массы из ацетилированной и необработанной древесной муки березы и полиэтилена высокого давления производилось с помощью смесительного оборудования согласно режимам работы смесителя и дальнейшего вальцевания полученной смеси через лабораторные вальцы с зазором до 4 мм.

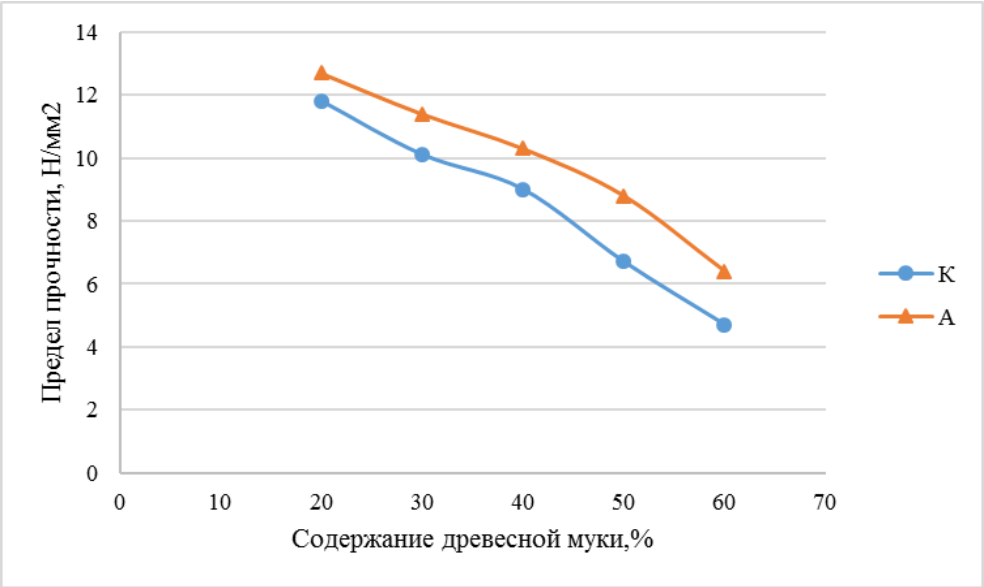
Полученная масса измельчалась механическим способом и загружалась в машину для литья под давлением. Температура работы – 150 °С с давлением 9 бар.

Для исследования прочностных характеристик ДПК были изготовлены продолговатые образцы прямоугольной формы для дальнейших испытаний на разрывной машине.

Состав образцов варьировался в зависимости от количества наполнителя – по пять образцов с содержанием обычной и модифицированной древесной муки от 40 до 80 %.

Образцы испытывались на прочность при растяжении в соответствии с ГОСТ 25.601–80 на разрывной машине. Образцы растягивались с постоянной скоростью деформирования, равной 50 мм/мин, до момента полного разрыва.

Зависимость от концентрации древесной муки и способа обработки наполнителя на предел прочности образцов ДПК при растяжении показан на рисунке.



Влияние концентрации и предварительной обработки
для контрольных (К) и ацетилированных (А) образцов ДПК
на предел прочности при растяжении

Результаты испытаний продемонстрировали зависимость концентрации древесного наполнителя и прочности на разрыв: при увеличении наполнителя происходит снижение предела прочности, однако значения при испытаниях для составов с ацетилированным древесным наполнителем получились лучше, что может говорить об особом процессе взаимодействия ПВД с ацетилированным наполнителем.

Список источников

1. Саерова К. В., Мухаметзянов Ш. Р., Хасаншин Р. Р. Исследование механических свойств полимерного композита, полученного двухступенчатой обработкой древесного наполнителя // Деревообрабатывающая промышленность. 2022. № 3. С. 51–57.

2. Исследование влияния термообработки на физико-механические показатели пластиков без связующих с гидрофобизирующим покрытием / А. В. Артёмов, В. Г. Бурындин, А. С. Ершова, А. В. Савиновских // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XIV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 458–464.

3. Прокопьев А. А., Галяветдинов Н. Р., Сафин Р. Р. Эксплуатационные характеристики древесно-полимерных композитов на основе ацетилированного древесного наполнителя // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2024. № 4 (400). С. 147–158.

4. Прокопьев А. А., Салимгараева Р. В., Сафин Р. Р. Исследование свойств древесно-полимерных композитов на основе ацетилированного древесного наполнителя // Системы Методы Технологии. 2023. № 2 (58). С. 99–106.

5. Прокопьев А. А., Салимгараева Р. В., Сафин Р. Р. Исследование свойств ацетилированной древесины // Деревообрабатывающая промышленность. 2023. № 1. С. 86–90.

Научная статья
УДК 658.567 + 614.841.3

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ В ЛЕСАХ

Любим Николаевич Прытков[1], Павел Сергеевич Захаров[2], Артём Вячеславович Артёмов[3]
[1] Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия
[2, 3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] prytkov.l.n@mail.ru
[2] zaharovps@m.usfeu.ru
[3] artemovav@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья рассматривает вопросы обращения с древесными отходами в лесах, предлагая технологии их уборки и переработки для улучшения экологической и пожарной безопасности. Подчеркиваются изменения в законодательстве, регулирующем безопасность в лесах, включая запрет на сжигание отходов.

Ключевые слова: лесные пожары, пожароопасные отходы, древесные отходы, нормативно-правовые документы, природоохранные мероприятия

Для цитирования: Прытков Л. Н., Захаров П. С., Артёмов А. В. Требования пожарной безопасности при обращении с древесными отходами в лесах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1089–1094.

© Прытков Л. Н., Захаров П. С., Артёмов А. В., 2026

Original article

FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR HANDLING WOOD WASTE IN FORESTS

Lyubim N. Pyrtkov[1], Pavel S. Zakharov[2], Artyom V. Artyomov[3]
[1] Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russia
[2, 3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] prytkov.l.n@mail.ru
[2] zaharovps@m.usfeu.ru
[3] artemovav@m.usfeu.ru

Abstract. The article examines the issues of handling wood waste in forests, proposing technologies for their removal and processing to improve environmental and fire safety. It highlights changes in legislation regulating forest safety, including a ban on burning waste.

Keywords: forest fires, fire hazardous wastes, wood wastes, regulatory documents, environmental protection measures

For citation: Prytkov L. N., Zakharov P. S., Artyomov A. V. (2026) Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti pri obrashhenii s drevesny`mi otxodami v lesax [Fire safety requirements for handling wood waste in forests]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of students and postgraduates. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1089–1094. (In Russ).

Обслуживание просек линий электропередач включает в себя мероприятия по очистке трасс от кустарников и упавших деревьев, поддержание установленной ширины просек, а также удаление аварийных деревьев, находящихся за их пределами.

В процессе очистки применяются различные методы: механические (мульчеры), ручные (бензопилы, кусторезы), химические (арбориципиды) и комбинированные. Использование механического метода позволяет одновременно удалять растительность, уничтожать остатки и создавать минерализованные полосы для повышения пожарной безопасности [1].

Исследования [2] показали, что в некоторых лесничествах возможно оптимизировать частоту механической расчистки до интервала в семь-восемь лет, что приводит к снижению затрат на обслуживание до 25 %. Процесс мульчирования соответствует экологическим стандартам и способствует улучшению структуры почвы, снижая вероятность возгорания.

Отходы, полученные в результате ручной расчистки (порубочные остатки), собираются в кучи, которые располагаются не ближе чем в 5 м

от границ охранной зоны, при этом расстояние между самими кучами должно составлять не менее 10 м.

Древесные отходы, образующиеся в процессе расчистки охранных зон и полос отвода объектов инженерной инфраструктуры, относятся к V классу опасности по отношению к окружающей природной среде. Согласно ФККО, такие отходы имеют наименование «Растительные отходы при расчистке охранных зон и полос отвода объектов инженерной инфраструктуры» (код 7 33 382 02 20 5). В результате измельчения образуются древесные кусковые отходы и отходы в виде щепы. Данные отходы могут использоваться повторно в сельском хозяйстве, ландшафтном дизайне или производстве топливных материалов, т. е. являются ценным вторичным ресурсом [3].

Однако, как правило, древесная щепа и порубочные остатки остаются на месте образования и не подлежат повторному использованию, представляя пожарную опасность: сухие порубочные остатки легко воспламеняются и увеличивают вероятность возникновения лесных пожаров, особенно в условиях жаркого сухого климата [4].

Цель работы состояла в изучении изменений правового регулирования лесного хозяйства, оценке эффективности мер по удалению растительности и обработке древесных отходов, а также в обосновании необходимости создания региональных центров переработки для уменьшения рисков лесных пожаров и улучшения экологии.

В рамках процесса «регуляторной гильотины» значительная часть нормативных правовых актов (НПА) в сфере лесных отношений была упразднена Постановлением Правительства РФ от 28.07.2020 г. № 1132, в частности: Постановление Правительства РФ от 30.06.2007 г. № 417 «Правила пожарной безопасности в лесах»; Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 г. № 607 «Правила санитарной безопасности в лесах»; Приказ Рослесхоза от 27.12.2010 г. № 515 «Порядок использования лесов для выполнения работ по геологическому изучению недр, разработке месторождений полезных ископаемых»; Приказ Рослесхоза от 10.06.2011 г. № 223 «Правила использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов».

С начала 2021 г. введены в действие обновленные нормативные правовые акты, действующие до 1 января 2027 г. включительно: Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 г. № 1614 «Правила пожарной безопасности в лесах»; Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 г. № 2047 «Правила санитарной безопасности в лесах»; Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 07.07.2020 г. № 417 «Правила использования лесов для геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых»; Приказ Минприроды России от 10.07.2020 г. № 434 «Правила использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов»; Приказ Минприроды России от 30.07.2020 г. № 513 «По-

рядок проведения государственной или муниципальной экспертизы проектов освоения лесов»; Приказ Минприроды России от 29.04.2021 г. № 303 «Форма лесной декларации, порядок ее заполнения и подачи, требования к электронному формату»; Приказ Минприроды России от 20.12.2021 г. № 978 «Правила лесоразведения, форма и состав проекта лесоразведения, основания для отказа в согласовании»; Приказ Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 «Правила лесовосстановления, форма и состав проекта лесовосстановления, основания для отказа в согласовании»; Приказ Минприроды России от 30.07.2020 г. № 542 «Типовые договоры аренды лесных участков».

Правительство РФ своим Постановлением от 09.12.2020 г. № 2047 утвердило новые правила санитарной безопасности в лесах, включив туда ряд важных ограничений. Согласно новым правилам, запрещены любые виды загрязнения лесной зоны отходами промышленного производства и бытового потребления, а также выброс токсичных веществ, в том числе радиоактивных элементов. Запрещается любое негативное воздействие на состояние лесного массива, предусмотренное экологическим законодательством. Кроме того, введены дополнительные обязательства: нельзя допускать ухудшение санитарного и лесопатологического состояния древесных насаждений, нарушать сроки уборки вырубленных участков и восстановления нарушенных земель (включая проведение рекультивации). Наконец, введен запрет на умышленное уничтожение или порчу расположенных в лесах дренажных систем, транспортных путей, предупреждающих табличек, защитных приспособлений вроде феромонных ловушек и других специальных конструкций, обеспечивающих защиту леса.

Новыми правилами были закреплены положения, схожие с предыдущими нормами, но теперь отдельно указывается запрет на любые действия, способствующие ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки и здоровья деревьев в лесных массивах. Однако отсутствует прямой запрет на разрушение муравьиных колоний, птичьих гнезд, жилищ мелких зверей и иных природных убежищ диких животных. Дополнительно вводится правило, согласно которому собственники территорий обязаны поддерживать здоровье леса на арендуемых ими землях, а также соблюдать меры защиты растительности на смежных лесных угодьях. Эти требования касаются всех видов хозяйственной деятельности юридических лиц, таких как строительные работы, добыча ресурсов, обслуживание инженерных коммуникаций, разведка минеральных запасов, разработка карьеров, возведение гидроэлектростанций и сооружение плотин и водоемов.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 07.09.2020 г. № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах», запрещается загрязнение лесов отходами производства и потребления. Конкретнее, начиная с периода схода снега и заканчивая наступлением стабильной сырой осени либо образованием свежего снегового покрова, организации,

владеющие участками рядом с лесом, обязаны очищать прилегающие полосы шириной минимум 10 м от мусора и прочих легковоспламеняющихся предметов. Помимо этого, они должны оборудовать специальную защитную зону от пожаров – минерализированную полосу шириной хотя бы 1,4 м или установить иной вид противопожарного ограждения.

Управление древесными отходами в лесных массивах также подлежит новым Правилам санитарной безопасности. Согласно этим нормам, древесные отходы должны быть оперативно убраны с лесных участков и утилизированы в соответствии с установленными стандартами. Это необходимо для предотвращения загрязнения лесов и сохранения их санитарного состояния.

Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614 не предусматривает возможности сжигания отходов в лесу, тогда как предыдущее Постановление от 30.06.2007 г. № 417 (утратившее силу с 1 января 2021 г.) допускало такую практику.

Противопожарный режим также имеет ключевое значение для обеспечения безопасности лесных экосистем. В соответствии с Правилами пожарной безопасности в лесах, следует соблюдать меры предосторожности для предотвращения возникновения пожаров.

Предложенные нововведения направлены на охрану лесных экосистем, уменьшение риска возникновения лесных пожаров и разработку методов переработки древесных отходов. Одним из предложенных решений является создание региональных центров по переработке неиспользуемых древесных отходов [5]. Эти центры будут выполнять функции по координации процессов сбора, переработки и распределения вторичного древесного сырья. Внедрение таких инициатив может существенно улучшить экологическую обстановку и снизить пожароопасность как в регионе, так и в стране в целом.

Список источников

1. Оценка периодичности расчистки просек воздушных линий на территории присутствия ПАО «Россети Ленэнерго» по данным спутникового мониторинга и математического моделирования / С. А. Виноградов, С. А. Барталев, Д. В. Ершов [и др.] // Энергия единой сети. 2022. № 1 (62). С. 20–31.

2. Гладковский Г. К., Магадеев Э. В., Мурачев А. С. Формирование программы НИОКР ГК «Россети» на 2024–2026 годы // Энергия единой сети. 2023. № 1(68). С. 8–11.

3. Обслуживание просек ЛЭП с применением системы программного комплекса / К. Ю. Берсенева, А. И. Харьковская, В. О. Курендо, А. В. Артёмов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XX Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 13–15 сентября 2025 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 110–115.

4. Сравнительный анализ последствий лесных пожаров на территории Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов, А. А. Кректунов, И. М. Секерин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4 (87). С. 69–77.

5. Выбор оптимальной технологии переработки отходов лесного комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югра / И. Г. Первова, А. В. Артёмов, А. М. Антонова, Т. С. Чемезова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XX Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 13–15 сентября 2025 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 122–127.

Научная статья
УДК 620.193

ПРОТОТИП ДОЛГОВЕЧНОГО ТВЕРДОГО МЕДНО-СУЛЬФАТНОГО ЭЛЕКТРОДА СРАВНЕНИЯ

Владимир Александрович Пупышев[1], Алексей Викторович Попов[2], Павел Александрович Алимпиев[3]
[1] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1–3] Газпром трансгаз Екатеринбург, Екатеринбург, Россия
[1] swg1337_vova@mail.ru
[2] popov79alex@yandex.ru
[3] alimpiev.pavel@inbox.ru

Аннотация. Проведен анализ составов имеющихся в использовании медно-сульфатных электродов сравнения. Разработаны составы сухого медно-сульфатного электрода сравнения, а также проведены их лабораторные испытания на соответствие требованиям ГОСТ 9.605–2021. На основании результатов отобран самый стабильный состав.

Ключевые слова: электрод сравнения, электрохимическая коррозия, электрохимический потенциал

Для цитирования: Пупышев В. А., Попов А. В., Алимпиев П. А. Прототип долговечного твердого медно-сульфатного электрода сравнения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1095−1099.

Original article

PROTOTYPE OF A LONG-LIFE SOLID COPPER SULFATE REFERENCE ELECTRODE

Vladimir A. Pupyshev[1], Alexey V. Popov[2], Pavel A. Alimpiev[3]
[1] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1–3] Gazprom transgaz Ekaterinburg, Ekaterinburg, Russia
[1] swg1337_vova@mail.ru
[2] popov79alex@yandex.ru
[3] alimpiev.pavel@inbox.ru

Abstract. An analysis of the compositions of copper sulfate reference electrodes in use was carried out. Dry copper sulfate reference electrode compositions

© Пупышев В. А., Попов А. В., Алимпиев П. А., 2026

were developed, and laboratory tests were conducted to verify compliance with GOST 9.605–2021. Based on the results, the most stable composition was selected.

Keywords: reference electrode, electrochemical corrosion, electrochemical potential

For citation: Pupyshev V. A., Popov A. V., Alimpiev P. A. (2026) Prototip dolgovechnogo tverdogo medno-sul`fatnogo e`lektroda sravneniya [Prototype of a long-life solid copper sulfate reference electrode]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1095–1099. (In Russ).

Для определения защищенности подземных газопроводов от коррозии используются медно-сульфатные электроды сравнения (далее – МЭС). Существует три типа электродов сравнения: жидкостный, гелевый и твердый. Чаще всего используется жидкостный МЭС, т. к. он более прост и дешев в изготовлении. У такого электрода есть два недостатка: при установке его выше глубины промерзания грунта возможен выход из строя электрода из-за протыкания мембраны электрода образующимися кристаллами льда и купороса, и вода в электролите просачивается сквозь мембрану при растрескивании колбы электрода [1–3].

Целью наших исследований являлась разработка прототипа твердого медно-сульфатного электрода сравнения. Качество работы такого электрода должно определяться его свойствами и характеристиками, отвечающими соблюдению выполнения определенных требований, изложенных в ГОСТ 9.605–2021 «Единая система защиты от коррозии и старения. Электрохимическая защита. Электроды сравнения. Общие технические условия».

В работе при изготовлении твердого МЭС использовали цемент, песок, кристаллический сульфат меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и насыщенный раствор сульфата меди. Внешний вид электрода представлен на рис. 1.

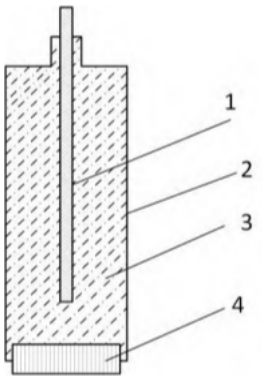


Рис. 1. Схема электрода сравнения: *1* – медный стержень;
2 – пластиковый корпус; *3* – сухая смесь; *4* – деревянная пробка

Сульфат меди используется в качестве основы электролита, оксид кремния (он же песок) нужен в качестве центров кристаллизации цементирующей основы; цемент – для абсорбции воды внутри электрода и дальнейшего затвердевания. Авторами был разработан следующий состав электрода: SiO_2 – 14,29 % (фракция 0,5–1,0 мм), цемент – 14,29 %, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (кристаллы) – 57,13 %, насыщенный раствор $CuSO_4$ – 14,29 %. Для апробации получаемых данных была изготовлена партия МЭС из трех образцов: МЭС 1, МЭС 2 и МЭС 3.

Для изучения образовавшейся структуры внутри электрода его распилили и полученную поверхность среза сфотографировали с помощью микроскопа при увеличении в десять раз. Полученное изображение, представленное на рис. 2, свидетельствует, что при затвердевании не происходит формирование сплошной пористой цементной массы.

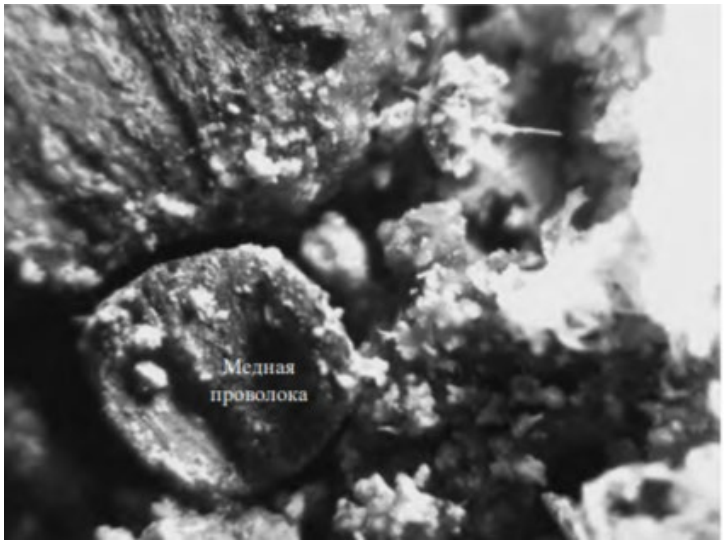


Рис. 2. Изображение структуры электрода,
полученное при увеличении в десять раз

После схватывания цементного раствора и высыхания электродов исследовали скорость пропитки электродов в воде и изменение внутреннего сопротивления электродов. Электроды на половину длины (деревянной пробкой вниз) погружали в раствор. Через определенное время их извлекали из воды и измеряли внутреннее сопротивление электрода с помощью прибора SONEL MRU-120. Измерения проводили при комнатной температуре. График изменения сопротивления электродов в течение суток представлен на рис. 3.

Установлено, что внутреннее сопротивление у каждого из трех электродов низкое. Сопротивление электродов существенно снижается примерно через 5 мин нахождения в водном растворе. Таким образом, можно считать, что этого времени достаточно для приведения сухих электродов в рабочее состояние.

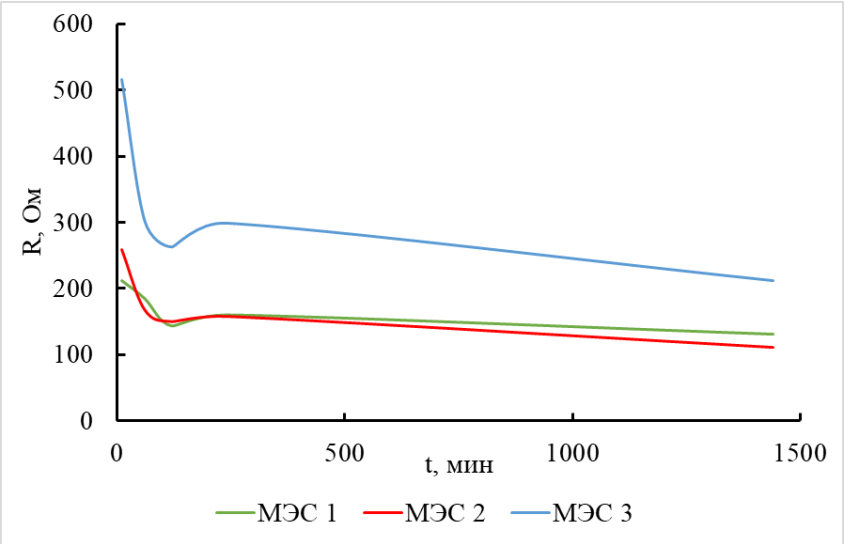


Рис. 3. Изменение внутреннего сопротивления МЭС
от времени пропитки водой

Твердые МЭС устанавливаются на стенд (с погружением в модельный раствор) для долговременной регистрации потенциала с целью выяснения стабильности получаемой разницы потенциалов между хлорид-серебряным и медно-сульфатным электродами сравнения. Условия эксперимента позволяют также определять время начала работы сухого электрода после высыхания, а также стабильность потенциала в течение нескольких суток. Результаты измерений представлены на рис. 4.

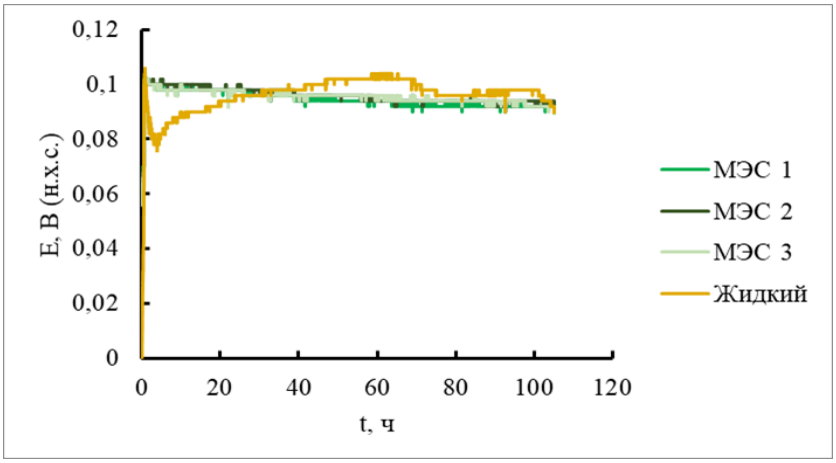


Рис. 4. Длительная регистрация потенциала МЭС
относительно хлорид-серебряного электрода

Для того чтобы выяснить, является ли изготовленный нами МЭС неполяризуемым, был поставлен эксперимент, предусматривающий погружение МЭС и образец стали в 3 %-й раствор хлорида натрия и измерение потенци-

ала стали относительно МЭС. Через некоторое время на сталь подавали постоянный ток в течение 20 мин, после чего подача тока прекращалась. Полученные результаты представлены на рис. 5.

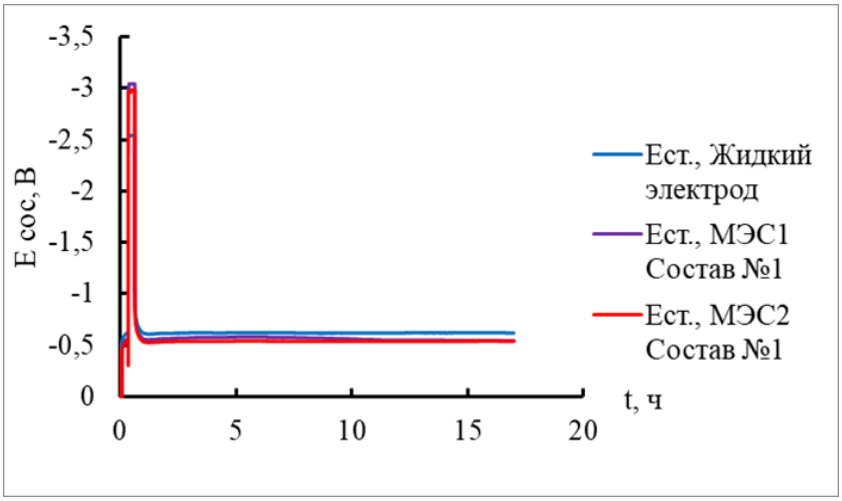


Рис. 5. Зависимость потенциала МЭС при проведении катодной поляризации и последующей деполяризации

Исходя из результатов проведенных исследований, можно сделать вывод, что катодная поляризация никак не влияет на электрохимические свойства МЭС, т. к. бестоковые потенциалы до и после эксперимента равны. Изготовленный авторами твердый медно-сульфатный электрод сравнения соответствует требованиям ГОСТ 9.605–2021 и может успешно применяться для измерения потенциала на подземных трубопроводах.

Список источников

1. Павлов М. Н. Повышение эффективности электрода сравнения ЭНЕС-1 // Проблемы геологии и освоения недр. Томск : Изд-во ТПУ, 2016. Т. 2. С. 940–942.

2. Патент № 2008128694/22 Российская Федерация, МПК C23F 13/00 (2006.01), G01N 17/00 (2006.01). Электрод сравнения длительного действия со стабилизирующей засыпкой : заявл. 14.07.2008 : опубл. 10.12.2008 / Кулаков И. Г., Логвинов А. И., Енин А. А.

3. Патент № 2018108457 Российская Федерация, МПК C23F13/10. Гелевый медно-сульфатный электрод сравнения неполяризующийся : пат. 187916 : заявл. 07.03.2018 : опубл. 22.03.2019. / Кулаков И. Г., Логвинов А. И., Енин А. А.

Научная статья
УДК 504.054:544.723.54:681.586.72

СИНТЕЗ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО НАСЛАИВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Данил Александрович Синило[1], Наталия Владимировна Захарова[2]
[1, 2] Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия
[1] sinilodanil.1@mail.ru
[2] zakharova@lti-gti.ru

Аннотация. В статье представлен синтез газочувствительной системы Al_2O_3-600TiO_2/50V_2O_5 методом молекулярного наслаивания для мониторинга токсичных газов пиролиза древесины в лесной промышленности. Показан высокий отклик на NO_2 (R = 7,4) и H_2S (R = 5,1), а также устойчивая восприимчивость к CO, H_2 и C_6H_6.

Ключевые слова: молекулярное наслаивание, сенсорика, безопасность, экологический мониторинг, синтез

Для цитирования: Синило Д. А., Захарова Н. В. Синтез газочувствительных покрытий методом молекулярного наслаивания для мониторинга атмосферы в лесной промышленности // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1100−1103.

Original article

SYNTHESIS OF GAS-SENSITIVE COATINGS BY ATOMIC LAYER DEPOSITION FOR ATMOSPHERE MONITORING IN THE FORESTRY INDUSTRY

Danil A. Sinilo[1], Natalia V. Zakharova[2]
[1, 2] Saint Petersburg State Institute of Technology, Saint Petersburg, Russia
[1] sinilodanil.1@mail.ru
[2] zakharova@lti-gti.ru

Abstract. The article presents the synthesis of the Al_2O_3-600TiO_2/50V_2O_5 gas-sensitive system by molecular layering for monitoring toxic gases of wood

© Синило Д. А., Захарова Н. В., 2026

pyrolysis in the forestry industry. A high response to NO_2 (R = 7,4) and H_2S (R = 5,1) was shown, as well as a stable susceptibility to CO, H_2 and C_6H_6.

Keywords: molecular layer deposition, sensorics, safety, environmental monitoring, synthesis

For citation: Sinilo D. A., Zakharova N. V. (2026) Sintez gazochuvstvitel`ny`x pokry`tij metodom molekulyarnogo naslaivaniya dlya monitoringa atmosfery` v lesnoj promy`shlennosti [Synthesis of gas-sensitive coatings by atomic layer deposition for atmosphere monitoring in the forestry industry]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1100–1103. (In Russ).

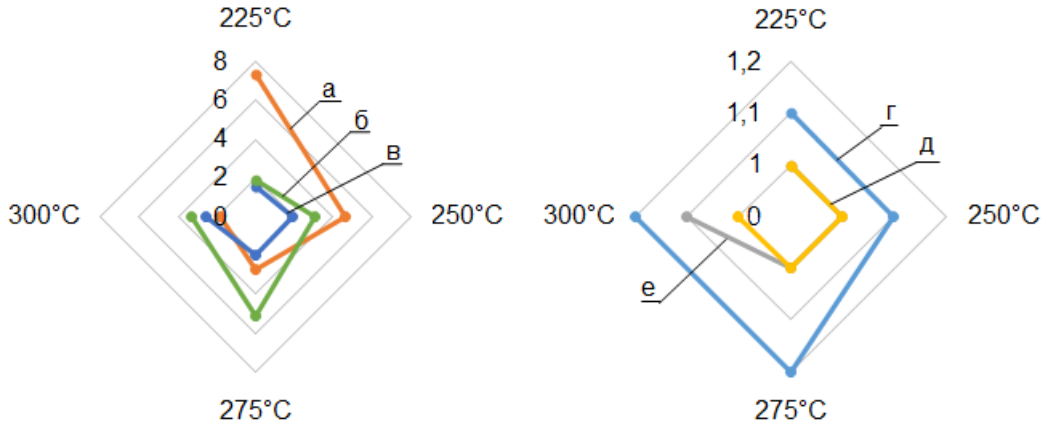
Ключевым вызовом, сопутствующим технологическому развитию и модернизации промышленности, в частности лесной, является обеспечение экологической безопасности. Одним из видов переработки древесины является ее пиролиз в условиях недостатка O_2 с целью получения древесного угля, используемого в качестве топлива. Однако, помимо создания конечного продукта, такой способ сопровождается образованием смеси газов, содержащих преимущественно водород и угарный газ, а также небольшое количество оксидов азота, ароматических углеводородов и H_2S, которые при образовании утечек и превышении предельно-допустимой концентрации могут вызывать опасные и чрезвычайные ситуации на местах расположения печей и ухудшать общее состояние работающих на них людей [1, 2]. В связи с этим приоритетной задачей становится создание систем эффективного мониторинга атмосферного воздуха, направленных на контроль содержания летучих опасных соединений (ЛОС). Среди всех методов решения перспективным является использование металлооксидных хеморезистивных газовых сенсоров, основные преимущества которых это простота сборки, высокая чувствительность, большое количество обнаруживаемых ЛОС, низкая стоимость, а также возможность снижения энергопотребления за счет их миниатюризации, что также важно в контексте технологического развития [3]. Все это делает их перспективными кандидатами для применения в условиях лесоперерабатывающих производств.

Эффективность таких сенсоров сильно зависит от свойств газочувствительного слоя. Значительный интерес представляют двухкомпонентные покрытия, нанесенные на поверхность подложки, образующие чувствительный элемент датчиков. Таким примером являются системы TiO_2/V_2O_5, где каждое из составляющих обладает своими особенными характеристиками, а их совместное применение обеспечивает появление синергетического эффекта и увеличение отклика. Для создания таких функциональных материалов широко используется технология молекулярного наслаивания (МН), также известная за рубежом как атомно-слоевое осаждение (*Atomic Layer*

Deposition), обладающая прецизионной точностью и возможностью нанесения конформных покрытий [4].

В данной работе синтез бинарного покрытия осуществляли методом МН в установке проточно-вакуумного типа путем многократной попеременной обработки парами $TiCl_4$, $VOCl_3$ и H_2O поверхности датчиков на основе керамических пластин α-Al_2O_3 с нанесенными платиновыми встречно-штыревыми электродами и микронагревателем с обратной стороны. В результате чередования этапов хемосорбции на активных центрах поверхности и удаления избытка реагентов и продуктов реакции после проведения 600 и 50 циклов обработки парами тетрахлорида титана и оксохлорида ванадия соответственно была получена система Al_2O_3–600TiO_2/50V_2O_5.

Газочувствительные характеристики (отклики) измеряли на специализированной лабораторной установке посредством регистрации изменения сопротивления пленки при контакте с газами-аналитами. Нагрев до рабочих температур обеспечивали с помощью микронагревателя, управляемого предварительно откалиброванным источником питания. В результате были зафиксированы значения отклика (R) при воздействии основных летучих опасных соединений, образующихся при пиролизе древесины (рисунок).



Чувствительность системы Al_2O_3–600TiO_2/50V_2O_5 на газовые аналиты:
а – NO_2 (100 ppm); *б* – H_2S (100 ppm); *в* – O_2 (5 %); *г* – CO (100 ppm);
д – H_2 (100 ppm); *е* – C_6H_6 (100 ppm)

Анализ полученных данных показывает, что бинарное покрытие 600TiO_2/50V_2O_5 обладает сенсорной восприимчивостью к основным потенциально опасным газам, выделяющимся при термохимической деструкции лесоматериала (рисунок, *а*, *б*, *г*–*е*), а также проявляет способность к обнаружению изменения концентрации кислорода (рисунок, *в*), что необходимо учитывать для правильного протекания процесса пиролиза. Наибольшая газочувствительность наблюдается к NO_2 (R = 7,4) (рисунок, *а*) и H_2S (R = 5,1) (рисунок, *б*) при рабочих температурах 225 и 275 °C соответственно, что особенно важно с учетом их высокой токсичности. Кроме того, наличие ста-

бильного отклика на такие газы, как CO, H_2 и C_6H_6, демонстрирует перспективность применения металлооксидных хеморезистивных газовых сенсоров, синтезированных методом молекулярного наслаивания, для решения задач комплексного мониторинга экологической безопасности атмосферы лесохимической промышленности на этапе переработки древесины.

Список источников

1. Древесина как химическое сырье. История и современность. III. Пиролиз древесины как метод ее переработки / Г. Н. Кононов, А. Н. Зарубина, А. Н. Веревкин [и др.] // Лесной вестник Forestry Bulletin. 2021. Т. 25, № 3. С. 126–141.

2. Термические методы переработки древесины и торфа в энергетических целях / В. М. Батенин, А. В. Бессмертных, В. М. Зайченко [и др.] // Теплоэнергетика. 2010. № 11. С. 36–42.

3. Баранов А. М., Осипова Т. В. Современные тенденции в развитии сенсоров довзрывоопасных концентраций горючих газов и паров горючих жидкостей (краткий обзор) // Научное приборостроение. 2021. Т. 31, № 4. С. 3–29.

4. Соснов Е. А., Малков А. А., Малыгин А. А. Нанотехнология молекулярного наслаивания в производстве неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения (обзор). I. История создания и развития метода молекулярного наслаивания // Журнал прикладной химии. 2021. Т. 94, № 8. С. 967–985.

Научная статья
УДК 691.11.002.5

ВЛИЯНИЕ ЛАУРЕТСУЛЬФАТА НАТРИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СОСТАВАМИ

Максим Наильевич Тухбатулин[1], Татьяна Валерьевна Якубова[2], Алексей Евгеньевич Шкуро[3]
[1, 2] Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, России
[3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] tuchbatulin93@mail.ru
[2] tatanaakubova71723@gmail.com
[3] shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована кинетика пропитки древесины огнезащитным составом, модифицированным лауретсульфатом натрия. Установлено, что введение ПАВ в концентрации 0,05 % обеспечивает максимальную скорость капиллярного впитывания и глубину проникновения, что оптимизирует процесс огнезащитной обработки.

Ключевые слова: лауретсульфат натрия, ПАВ, древесина, антипирены, ОЗС, пропиточный раствор, капиллярное впитывание

Для цитирования: Тухбатулин М. Н., Якубова Т. В., Шкуро А. Е. Влияние лауретсульфата натрия на кинетику пропитки древесины огнезащитными составами // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1104−1108.

© Тухбатулин М. Н., Якубова Т. В., Шкуро А. Е., 2026

Original article

INFLUENCE OF SODIUM LAURETH SULFATE ON THE KINETICS OF WOOD IMPREGNATION WITH FIRE-RETARDANT COMPOSITIONS

Maxim N. Tukhbatulin[1], Tatiana V. Yakubova[2], Alexey E. Shkuro[3]
[1] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2, 3] Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russia
[1] tuchbatulin93@mail.ru
[2] tatanaakubova71723@gmail.com
[3] shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. The kinetics of wood impregnation with a flame retardant modified with sodium laureth sulfate was researched. It was found that adding the surfactant at a concentration of 0.05% ensures maximum capillary absorption rate and penetration depth, optimizing the fire protection treatment process.

Keywords: sodium laureth sulfate, surfactant, wood, fire retardants, impregnating solution, capillary absorption

For citation: Tukhbatulin M. N., Yakubova T. V., Shkuro A. E. (2026) Vliyanie lauretsul`fata natriya na kinetiku propitki drevesiny` ognezashhitny`mi sostavami [Influence of sodium laureth sulfate on the kinetics of wood impregnation with fire-retardant compositions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1104–1108. (In Russ).

Древесина сохраняет статус одного из ключевых строительных материалов благодаря своей экологичности, доступности и высоким механическим характеристикам. Однако существенным ограничением ее применения является горючесть, что обуславливает необходимость в эффективной огнезащите [1].

Наиболее распространенным методом повышения огнестойкости древесины является пропитка антипиренами. Особое место среди них занимают составы на основе солей аммония, которые широко применяются в строительстве и различных отраслях промышленности [2].

Пропитка таких конструкций, как перекрытия, полы, элементы мостов, железнодорожные шпалы и сельскохозяйственные сооружения, позволяет значительно повысить их сопротивляемость возгоранию.

Эффективность защиты определяется не только типом антипирена, но и качеством его проникновения в материал. Ключевым фактором здесь выступает интенсивность пропитки, т. е. глубина и равномерность распределения состава в структуре древесины.

Современные разработки предлагают инновационные пути улучшения этого процесса. Одним из перспективных подходов является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ). ПАВ снижают поверхностное натяжение на границе «раствор – древесина», что улучшает смачиваемость и способствует более глубокому проникновению огнезащитного раствора в капиллярно-пористую структуру материала.

Значительный потенциал в области повышения эффективности огнезащитных пропиток демонстрирует использование современных синтетических ПАВ, в частности лауретсульфата натрия (ЛСН, рис. 1).

Ключевыми преимуществами лауретсульфата натрия, обуславливающими его широкое применение в качестве ПАВ в огнезащитных пропитках, являются его высокая поверхностная активность и эффективность. По сравнению с более простыми сульфатами (например, лаурилсульфатом натрия, СЛС), ЛСН демонстрирует значительно более мягкое действие и лучшую совместимость с другими компонентами состава благодаря наличию в молекуле этоксилированной группы. Это свойство обеспечивает превосходные смачивающие способности даже в условиях низких температур и в жесткой воде, помогая быстрому и равномерному распространению раствора по поверхности древесины. Кроме того, лауретсульфат обладает хорошей растворимостью и стабильностью в кислых и щелочных средах, что позволяет гибко варьировать рецептуру пропитки [3].

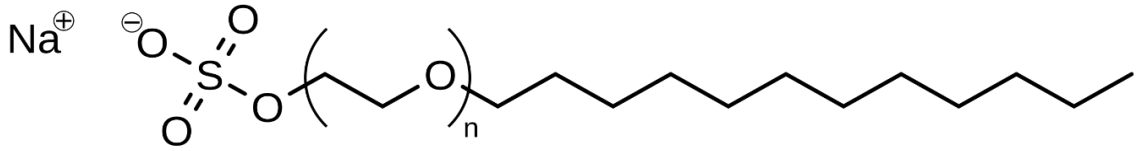


Рис. 1. Структурная формула лауретсульфата натрия

В рамках данного исследования ставилась цель установить кинетические закономерности пропитки древесины огнезащитным составом с добавкой лауретсульфата натрия (ЛСН). Для ее достижения получена серия растворов на основе однозамещенного фосфата аммония и тетрабората натрия с различной концентрацией ЛСН. Рецептуры приготовленных составов приведены в таблице.

Рецептуры исследованных растворов

№	Содержание компонента, масс. %			Конц. лауретсульфата натрия, % (от массы р-ра)
	фосфат аммония однозамещенный	тетраборат натрия	вода	
1	–	–	100	–
2	16,32	2,04	81,64	–
3				0,01
4				0,05
5				0,10
6				0,15

Для исследования кинетики капиллярной пропитки использовали цилиндрические образцы древесины сосны обыкновенной диаметром 3 мм и длиной 115 мм. Образцы закрепляли в вертикальном положении над чашкой Петри, погружая нижний торец на глубину 6,0±0,5 мм в 40 мл исследуемого раствора. В течение 24 ч эксперимента при комнатной температуре 25±1 °С постоянный уровень раствора поддерживался в течение всего эксперимента. Положение фронта пропитки отслеживали с точностью до 0,05 мм с помощью штангенциркуля через заданные интервалы времени. Внешний вид образцов после завершения эксперимента представлен на рис. 2, а результаты исследования кинетики капиллярного впитывания показаны на рис. 3.



Рис. 2. Образцы древесины после экспонирования в исследуемых растворах

Анализ экспериментальных данных по кинетике капиллярного впитывания демонстрирует существенное влияние лауретсульфата натрия на процесс пропитки древесины. Введение ПАВ в состав раствора приводит к значительным изменениям динамики подъема жидкости, по сравнению с контрольными образцами (вода и раствор без ЛСН).

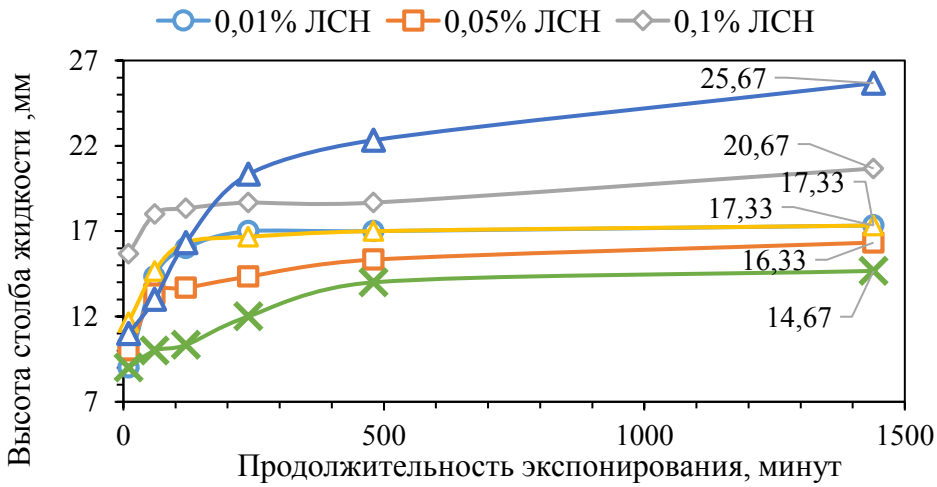


Рис. 3. Результаты определения кинетики впитывания

На основании проведенного анализа можно заключить, что модификация огнезащитных составов ПАВ позволяет целенаправленно регулировать процесс пропитки древесины, оптимизируя его технологические параметры.

Список источников

1. Асеева Р. М., Серков Б. Б., Сивенков А. Б. Горение и пожарная опасность древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21, № 1. С. 19–32.

2. Максимов В. А. Выбор био- и огнезащитных материалов для древесины // Строительные материалы. 2000. № 10. С. 38–39.

3. Sodium lauryl sulfate and its potential impacts on organisms and the environment: A thematic analysis / J. Asio, J. Garcia, A. Janice [et al.] // Emerging Contaminants. 2023. DOI: 10.1016/j.emcon.2023.100205

Научная статья
УДК 504.062:676.164.3.023.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛЕНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Никита Романович Федюченко[1], Маргарита Григорьевна Петрова[2], Вадим Аполлонович Липин[3], Олег Игоревич Ширин[4]
[1–4] Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия
[1] Nikitoskolobos@gmail.com
[2] margarita.pet.2004@mail.ru
[3] vadim.lipin@mail.ru
[4] shirin1997@yandex.ru

Аннотация. Присутствие в сточных водах хлорорганических соединений оказывает значительный вред водным организмам и влияет на здоровье человека. Существующие технологии очистки сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий не обеспечивают полное удаление этих веществ. Для соблюдения экологических стандартов и защиты водных экосистем требуется использование более передовых методов отбеливания и очистки.

Ключевые слова: ЦБП, отбелки, АОХ, сточные воды

***Для цитирования*:** Экологические аспекты загрязнения хлорсодержащими отходами в процессе производства беленой целлюлозы / Н. Р. Федюченко, М. Г. Петрова, В. А. Липин, О. И. Ширин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1109−1112.

© Федюченко Н. Р., Петрова М. Г., Липин В. А., Ширин О. И., 2026

Original article

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF POLLUTION BY CHLORINE-CONTAINING WASTE IN THE BLEACHED CELLULOSE PRODUCTION PROCESS

Nikita R. Fedyuchenko[1], Margarita G. Petrova[2], Vadim A. Lipin[3], Oleg I. Shirin[4]

[1–4] Higher School of Technology and Energy of Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint-Petersburg, Russia

[1] Nikitoskolobos@gmail.com

[2] margarita.pet.2004@mail.ru

[3] vadim.lipin@mail.ru

[4] shirin1997@yandex.ru

Abstract. The presence of chlorinated organic compounds in wastewater causes significant harm to aquatic organisms and affects human health. Existing wastewater treatment technologies at cellulose and paper mills do not ensure complete removal of these substances. To comply with environmental standards and protect aquatic ecosystems, the use of more advanced bleaching and treatment methods is required.

Keywords: cellulose and paper mills, bleaching, AOX, wastewater

For citation: E`kologicheskie aspekty` zagryazneniya xlorsoderzhashhimi otxodami v processe proizvodstva belenoj cellyulozy` [Environmental aspects of pollution by chlorine-containing waste in the bleached cellulose production process] (2026) N. R. Fedyuchenko, M. G. Petrova, V. A. Lipin, O. I. Shirin. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1109–1112. (In Russ).

Промышленная деятельность практически всегда сопровождается образованием сточных вод, которые оказывают значительное воздействие на экологическое благополучие. Одним из крупнейших источников этих вод является целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП), где отходы формируются на разных этапах производства целлюлозы и бумаги. Эти стоки оказывают негативное влияние на природные экосистемы и представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Объем сточных вод в этой отрасли занимает третье место после металлургии и химической промышленности. На производство тонны воздушно-сухой целлюлозы приходится от 20 до 100 м³ сточных вод, которые включают различные органические и неорганические загрязнители, главным образом танины, лигнины, смолы и хлорсодержащие соединения [1].

Наибольший вред окружающей среде наносят стоки, образующиеся в процессе отбелки целлюлозы. Отбелка целлюлозы – сложная и многоступенчатая процедура, подразумевающая использование двух и более химических веществ для достижения нужного уровня белизны. Использование хлорсодержащих реагентов при ее осуществлении вызывает ряд химических превращений с образованием высокотоксичных соединений, которые биологически разлагаются очень медленно. В ходе отбелки такие компоненты древесины, как фенолы, смолы и лигнин, взаимодействуют с хлором и его производными, переходя в токсичные хлорорганические соединения.

Хлорорганические соединения обладают способностью к биоаккумуляции и входят в класс стойких органических загрязнителей. Сточные воды отбелки могут вызывать мутагенные и генетические повреждения, респираторные заболевания и иные негативные последствия для живых организмов, включая человека.

В сточных водах отбелки обнаружен самый широкий спектр хлорорганических соединений. Состав и тип этих соединений напрямую зависят от содержания лигнина в сырье для получения целлюлозы и используемых химических реагентов при его переработке. Инструментально определяемый параметр содержания хлорорганических соединений – AOX (*Adsorbable Organic Halogens*) – является одним из основных для оценки токсичности сточных вод.

Для соблюдения экологических норм содержание AOX должно либо полностью удаляться, либо существенно уменьшиться после очистных сооружений, применяющих различные технологии очистки. Очищенную воду можно либо использовать повторно в производстве целлюлозы и бумаги, если ее качество соответствует стандартам, либо сбрасывать в окружающую среду при выполнении экологических требований [1].

Комплексные методы очистки сточных вод включают процессы с активным илом, аэрируемыми стабилизационными прудами и анаэробными технологиями, которые способны снижать уровень AOX до 80–85 %. Однако современные методы не обеспечивают полное удаление AOX до безвредных величин, что требует постоянного контроля за сбросом в водоемы. Для достижения нормативных показателей чаще всего используют разбавление сточных вод до допустимых концентраций [2, 3].

Для предприятий ЦБП, производящих беленую целлюлозу с применением хлорсодержащих реагентов сульфатным способом, создание замкнутого водооборотного цикла либо затруднено, либо невозможно из-за попадания в оборотную воду хлорорганических соединений и хлорида натрия, которые нарушают технологию. Решением может стать переход на новые схемы отбелки с использованием кислорода, озона и других окислителей, уменьшающих загрязнение оборотной воды и обеспечивающих максимальный возврат очищенной воды в систему водооборота.

ЦБП ведет постоянное совершенствование процессов отбелки для минимизации потребления хлорсодержащих веществ согласно нормативам и рыночным требованиям. Однако полный отказ от таких реагентов пока невозможен с точки зрения качества продукции и экономики. Наиболее распространенным и современным методом является технология отбелки ECF (*Elemental Chlorine Free*) с использованием ограниченного количества диоксида хлора, который селективно удаляет лигнин и гемицеллюлозу, обеспечивая нужные свойства целлюлозы и снижая токсичность сбросов.

Согласно мировой практике, в сточных водах содержание AOX не должно превышать 0,25 кг на тонну воздушно-сухой целлюлозы [3]. В Российской Федерации ограничения для очищенных стоков заводов по выпуску беленой сульфатной целлюлозы менее строгие. Для действующих производств нормы лежат в диапазоне 0,25–0,40 кг на тонну, а для новых – не превышают 0,25 кг. Для достижения данных показателей предприятия снижают расход диоксида хлора, уменьшая тем самым и содержание хлора в сточных водах [4].

Проведенные исследования показали, что включение кислотно-щелочной обработки и сокращение числа этапов отбелки до трех-четырех позволяет выполнять требования по содержанию AOX в сточных водах и снизить концентрацию хлора в конечном продукте [4, 5].

Список источников

1. Ashrafi O., Yerushalmi L., Haghighat F. Wastewater treatment in the pulp-and-paper industry: a review of treatment processes and the associated greenhouse gas emission // J. Environ. Manag. 2015. Vol. 158. P. 146–157. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.05.010

2. Wastewater treatment and reclamation: A review of pulp and paper industry practices and opportunities / M. A. Hubbe, J. R. Metts, D. Hermosilla [et al.] // BioResources. 2016. Vol. 11 (3). P. 7953–8091. DOI: 10.15376/BIORES.11.3.HUBBE

3. Environmental issues of pulp bleaching and prospects of peracetic acid pulp bleaching: A Review / N. Sharma, N. K. Bhardwaj, S. Prashad, B. Ram // Journal of Cleaner Production. 2020. P. 120338. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120338

4. Анализ содержания органического хлора в беленой целлюлозе иностранных и российских предприятий / Е. Д. Софронова, В. А. Липин, А. В. Орлова, А. Ю. Добош // Изв. СПбЛТА. 2020. Вып. 230. С. 215–225. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.215-225

5. Минимизация содержания хлора в беленой сульфатной целлюлозе для санитарно-гигиенических изделий и упаковки пищевых продуктов / Е. Д. Софронова, В. А. Липин, В. К. Дубовый, Т. А. Суставова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 3 (381). С. 186–195. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-186-195

Научная статья
УДК 543.544

АКТИВАЦИЯ БИОУГЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И АПАВ

Георгий Михайлович Фомичев[1], Евгения Александровна Труфанова[2], Наталия Анатольевна Ходосова[3], Елена Викторовна Томина[4]
[1–4] Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] georgriifomichev202@gmail.com
[2] trufik890@gmail.com
[3] nhodosova@vgltu.ru
[4] tomina-e-v@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена возможность использования биоуглей на основе древесных опилок в качестве сорбентов нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ. Биоугли получены карбонизацией при 500 °С и активированы растворами КОН и $CaCl_2$. Определены физико-химические характеристики и степень очистки сточных вод от нефтепродуктов и АПАВ.

Ключевые слова: древесный биоуголь, нефтепродукты, АПАВ, степень очистки

Для цитирования: Активация биоуглей для очистки сточных вод от нефтепродуктов и АПАВ / Г. М. Фомичев, Е. А. Труфанова, Н. А. Ходосова, Е. В. Томина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1113–1117.

© Фомичев Г. М., Труфанова Е. А., Ходосова Н. А., Томина Е. В., 2026

Original article

ACTIVATION OF BIOCHARES FOR WASTEWATER TREATMENT FROM OIL PRODUCTS AND ANIONIC SURFACTANTS

Georgy M. Fomichev[1], Evgenya F. Trufanova[2], Natalia A. Khodosova[3], Elena V. Tomina[4]
[1–4] Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia
[1] georgriifomichev202@gmail.com
[2] trufik890@gmail.com
[3] nhodosova@vgltu.ru
[4] tomina-e-v@yandex.ru

Abstract. The possibility of using wood sawdust-based biochars as sorbents for petroleum products and surfactants was examined. The biochars were obtained by carbonization at 500°C and activated with KOH and CaCl2 solutions. The physicochemical properties and the degree of wastewater purification from petroleum products and anionic surfactants were determined.

Keywords: wood biochar, petroleum products, anionic surfactants, degree of purification

For citation: Aktivaciya biuglej dlya ochistki stochny`x vod ot nefteproduktov i APAV [Activation of biochares for wastewater treatment from oil products and anionic surfactants] (2026) G. M. Fomichev, E. A. Trufanova, N. A. Khodosova, E. V. Tomina. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1113–1117.

Значительное изменение социально-экономических условий жизни людей по всему миру способствовало ускорению темпа и росту качества жизни. Обратной стороной процесса является глобальное потепление, нехватка и загрязнение воды, загрязнение почвы, истощение природных ресурсов [1]. Загрязнение воды нефтепродуктами может происходить в результате разлива топлива при транспортировке нефтепродуктов (НП), утечек из резервуаров и трубопроводов, мойки автомобилей в гаражах, на парковках, несанкционированного слива масел и топлива в ливневую канализацию. Нефтепродукты, будучи легче воды, образуют на ее поверхности пленку, что препятствует газообмену между водой и атмосферой, приводя к дефициту кислорода и гибели водных организмов. Присутствие жировых пленок приводит к нарушению работы очистных сооружений. При смешивании с водой и под действием турбулентности нефтепродукты образуют стойкие эмульсии, которые крайне сложно разделить.

Еще одним распространенным компонентом бытовых сточных вод являются анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ). Основной источник АПАВ – это моющие средства: стиральные порошки, гели для мытья посуды, шампуни, жидкое мыло. АПАВ создают обильную устойчивую пену, которая мешает работе очистных сооружений, снижает эффективность аэрации и может вызывать видимые загрязнения водоемов, токсичность ПАВ приводит к гибели водных организмов. АПАВ содержат фосфаты, которые служат пищей для водорослей, вызывая «цветение» воды. Остро стоит и проблема биоразлагаемости: даже современные «мягкие» АПАВ в водоемах могут распадаться на еще более токсичные промежуточные продукты. Методы очистки сточных вод от АПАВ и нефтепродуктов включают несколько этапов, одним из которых является сорбция [2, 3]. В качестве сорбентов возможно использование биоуглей, полученных при карбонизации древесных опилок. Сорбционная способность биоуглей может быть увеличена проведением предварительной химической активации [4].

Цель работы заключалась в анализе сорбционной способности биоугля, полученного карбонизацией древесных опилок, с последующей химической активацией по отношению к нефтепродуктам и АПАВ.

Образцы биоугля получены методом карбонизации отходов лесопиления, размер которых находился в интервале 5–10 мм. Карбонизацию опилок проводили в закрытом реакторе при температуре 500 °С и остаточном давлении 13,3 Па в течение 3 ч. Скорость нагрева составляла 15 °С/мин. Химическую активацию проводили раствором гидроксида калия с молярной концентрацией 2 моль/дм^3 в соотношении объемных частей 1:4 и 30 % раствором $CaCl_2$ в соотношении 1:3. Активацию образцов проводили идентично при постоянном перемешивании в течение 2 ч и последующей пропиткой в течение 24 ч. После пропитки была проведена промывка деионизированной водой до реакции промывных вод, равной pH = 7 с последующим высушиванием при температуре 105–110 °С до постоянной массы.

Выход продукта при пиролизе опилок составил 23,0 %. Выход продукта после активации биоугля составил 78–89 %, в зависимости от модификатора.

Определение содержания НП и АПАВ в сточных водах до и после сорбции на образцах биоуглей проводили согласно общеизвестным методикам.

Для образцов биоугля определены физико-химические характеристики, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики биоуглей

Образец	Насыпная плотность, г/дм^3	pH	Влажность, %
БД	201	8,24	5,94
БД+КОН	348	6,99	7,87
БД+CaCl2	314	7,01	7,94
Примечание: БД – биоуголь древесный; БД+КОН – биоуголь, модифицированный КОН; БД+CaCl2 – биоуголь, модифицированный CaCl2.			

Установлено [5], что при модификации происходит уменьшение размера частиц фракции биоугля, способствующее увеличению величины плотности. Химическая активация способствует росту влажности образцов. Повышение влажности биоугля после обработки $CaCl_2$ – это прямое и ожидаемое следствие гигроскопичности самой соли.

Определена степень очистки сточных вод от нефтепродуктов (НП) и АПАВ образцами биоуглей. Величина допустимой концентрации в сточных водах для исследуемых загрязнителей составляет $ПДК_{НП}$ = 0,3мг/дм^3, $ПДК_{АПАВ}$ = 0,1 мг/дм^3.

Поскольку сорбенты применяют на стадии доочистки воды, то использование угля является обоснованным решением. Активированный биоуголь с развитой пористостью способен улавливать отдельные молекулы и мелкодисперсные частицы нефтепродуктов. Нефтепродукты гидрофобны и стремятся прилипнуть к гидрофобной поверхности биоугля. Эффективность очистки зависит от величины удельной поверхности и пористой структуры биоугля. Для сорбции АПАВ механизм сложнее: гидрофобная «хвостовая» часть молекулы АПАВ прикрепляется к поверхности биоугля, а гидрофильная «голова» может оставаться в воде. Возможно протекание электростатической сорбции, например, если поверхность биоугля имеет положительный заряд, он будет притягивать отрицательно заряженные группы АПАВ.

Результаты по определению способности биоуглей улавливать НП и ПАВ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Степень очистки воды

Образец	Степень очистки, %	
	НП	АПАВ
БД	18,4	75,6
БД+КОН	78,75	77,83
БД+CaCl2	49,59	67,75

Очистка воды от АПАВ достаточно хорошо протекает на всех образцах, достигая максимального значения на биоугле, обработанном КОН. Активация раствором КОН способствует существенному возрастанию степени

очистки воды от загрязнителей, особенно от нефтепродуктов. Несмотря на то, что воздействие щелочи приводит к росту гидрофильности поверхности биоугля за счет увеличения карбоксильных и других кислородсодержащих групп, нельзя забывать, что КОН является мощным активатором в создании порового пространства угля. Гидроксид калия вступает в реакцию с аморфным углеродом, «поглощая» его, создает огромное количество новых микропор и мезопор. Раствор $CaCl_2$ действует в основном как модификатор поверхности и слабый активатор, основная роль которого сводится к увеличению гидрофобности. Поэтому в случае активации биоугля раствором КОН выигрыш от роста площади поверхности для адсорбции перевешивает проигрыш от селективности (снижение гидрофобности).

Список источников

1. Kumar A., Bhattacharya T. Biochar: a sustainable solution // Environmental, Development and Sustainlability. 2020. No. 23. P. 6642–6680. DOI: 10.1007/s10668-020-00970-0

2. Removal of diesel oil from water using biochar derived from waste banana peels as adsorbent / Jefrick Jun Daniel T. Urgel, Justin Marwin A. Briones, Emmanuel B. Diaz Jr. [et al.] // Carbon Research. 2024. № 3 (1):13. DOI: 10.1007/s44246-024-00100-9

3. Removal of anionic surfactant from residential laundry wastewater using jackfruit (Artocarpus heterophyllus) seeds / Solomon Deressaa, Hailu Endalea, Dessalegn Dadia, Shimeles Addisu Kitte // Advances in Environmental Technology. 2019. No. 1. P. 47–53.

4. Biochar: A Review of its History, Characteristics, Factors that Influence its Yield, Methods of Production, Application in Wastewater Treatment and Recent Development // Nur Salsabila Kamarudin, Farrah Aini Dahalan, Azizah Parmin [et al.] // Biointerface research in Applied chemistry. 2022. Vol. 12 (6). P. 7914–7926. DOI: 10.33263/BRIAC126.79147926

5. Specific features of the sorption of methylene blue by biochars based on pine and birch carbonizates / E. V. Tomina, N. A. Khodosova, A. T. Nguyen [et al.] // Sorption and chromatographic processes. 2024. Vol. 24, No. 1. P. 44–55. DOI: 10.17308/sorpchrom.2024.24/12020

Научная статья
УДК 676.163.023.1

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФИТНОЙ ЛИСТВЕННОЙ РАСТВОРИМОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ НИТРОВАНИЯ

Илья Игоревич Фонарёв[1], Ян Николаевич Даниловский[2], Фирдавес Харисовна Хакимова[3]
[1–3] Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия
[1] fonarev22@yandex.ru
[2] tcbp@pstu.ru
[3] tcbp@pstu.ru

Аннотация. Исследована возможность получения целлюлозы для химической переработки из лиственной древесины, в частности из березы. Разработана технологическая схема и показана возможность и целесообразность получения древесной целлюлозы для нитрования.

Ключевые слова: древесная растворимая целлюлоза, варка, отбелка и облагораживание, сульфитная целлюлоза, качество

Для цитирования: Фонарёв И. И., Даниловский Я. Н., Хакимова Ф. Х. Получение сульфитной лиственной растворимой целлюлозы для нитрования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026 С. 1118–1123.

Original article

PRODUCTION OF SULFITE HARDWOOD SOLUBLE CELLULOSE FOR NITRATION

Ilya I. Fonaryov[1], Yan N. Danilovsky[2], Firdaves Kh. Khakimova[3]
[1–3] Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia
[1] fonarev22@yandex.ru
[2] tcbp@pstu.ru
[3] tcbp@pstu.ru

Abstract. The research investigates the feasibility of producing cellulose for chemical processing from hardwood, specifically birch. A technological scheme has been developed, and the possibility and rationality of producing wood cellulose for nitration have been demonstrated.

© Фонарёв И. И., Даниловский Я. Н., Хакимова Ф. Х., 2026

***Keywords*:** wood dissolving cellulose, cooking, bleaching and refining, cellulose, quality

For citation: Fonaryov I. I., Danilovsky Ya. N., Khakimova F. Kh. (2026) Poluchenie sul`fitnoj listvennoj rastvorimoj cellyulozy` dlya nitrovaniya [Production of sulfite hardwood soluble cellulose for nitration]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026 P. 1118–1123. (In Russ).

Целлюлозно-бумажная отрасль выпускает не только целлюлозу для получения бумаги и картона, но и специальные виды целлюлозы, предназначенные для последующей химической переработки. Эта целлюлоза, называемая в литературе растворимой, характеризуется специальными свойствами, в зависимости от вида дальнейшего использования. Основные из них: содержание альфа-целлюлозы, химическая чистота, определенные значения вязкости и степени полимеризации [1, 2].

К сожалению, с распадом Советского Союза производство древесной растворимой целлюлозы для химической переработки в нашей стране было приостановлено, тогда как потребность в этой целлюлозе во многих странах высокая, и за рубежом с распадом Советского союза ее производство расширилось.

В связи с этим актуальным является возобновление в нашей стране производства древесной целлюлозы для химической переработки. Поэтому целью нашей работы является получение древесной целлюлозы для химической переработки, в частности для нитрования. В настоящее время к современным технологиям предъявляются высокие требования по экономике и экологии [3].

Авторы работы получали целлюлозу для химической переработки из небеленой сульфитной «среднежесткой» древесной целлюлозы (с массовой долей лигнина 2,0 %). Экологичность процесса обеспечивается использованием технологии отбелки и облагораживания без применения молекулярного хлора.

Основные этапы производства древесной растворимой целлюлозы:

– варка древесины с получением небеленой целлюлозы;

– отбелка и облагораживание, на которых главным образом придаются необходимые основные свойства целлюлозе, используемой далее для получения вискозного волокна, кордных нитей, нитроцеллюлозы и других продуктов.

Для варки целлюлозы использована березовая щепа.

Режим сульфитной варки березовой древесины отличается более длительными процессами пропитки и подъема температуры до конечной вслед-

ствие высокой плотности березы. Для варки березовой древесины использована сульфитная варочная кислота с содержанием всего SO_2 8,0–8,5 % и связанного SO_2 0,75–0,80 % [4]. Варочная кислота с такой высокой долей всего SO_2 необходима для ускорения процессов пропитки и варки целлюлозы.

Лиственная целлюлоза отличается высокой долей мелкого волокна, содержащего трудноомыляемые нейтральные вещества и жирные кислоты. С целью снижения экстрактивных веществ в целлюлозе, требования к содержанию которых в целлюлозе для химической переработки весьма жесткие, производители растворимой целлюлозы вынуждены отделять до отбелки из небеленой целлюлозы мелкое волокно.

При отделении мелкого волокна в количестве ~ 7–8 % от массы абсолютно сухой небеленой целлюлозы массовая доля лигнина и экстрактивных веществ снижается существенно (табл. 1). График варки и количество отделенного мелкого волокна приняты по результатам предыдущих исследований кафедры.

Таблица 1

Показатели небеленой березовой целлюлозы после варки и отделения мелкого волокна

Показатели целлюлозы	Небеленая целлюлоза после	
	варки	отделения мелкого волокна
Выход целлюлозы, % от древесины	48,1	44,8
Массовая доля в целлюлозе, %:		
● лигнина	2,07	1,24
● смол и жиров	2,51	1,47

Современные схемы отбелки, применяемые в мировой практике, включают в себя делигнификацию кислородом, озоном и диоксидом хлора, а также отбелку диоксидом хлора (например, схема КЩО–$Д_1$–Щ–$Д_2$–К). Эти схемы дают хорошие результаты по качеству продукции, но имеют ряд недостатков:

– в процессе делигнификации на стадии КЩО необходимо удалить только лигнин, однако на ступени КЩО разрушается и частично удаляется углеводная часть целлюлозы, т. е. низкая селективность процесса, кроме того, процесс проводится под давлением;

– для делигнификации и добелки целлюлозы используется диоксид хлора, который очень хорошо отбеливает и делигнифицирует целлюлозу, но он – взрыво- и пожароопасный, нетранспортабельный, поэтому его производство сосредотачивается на самих целлюлозно-бумажных предприятиях.

С целью устранения этих недостатков на кафедре ТЦБП разработана схема Пк–ЩГ–К–ГО–Г–К, лишенная этих отрицательных сторон [4].

Принципиальная схема представлена на рисунке.



Принципиальная схема отбелки и облагораживания
сульфитной лиственной целлюлозы для химической переработки

Схема включает в себя катализируемую делигнификацию пероксидом водорода в кислой среде. Такая делигнификация не разрушает целлюлозу, и это способствует снижению деструкции на последующих ступенях отбелки. В стадию делигнификации обязательно входит последующая окислительная щелочная обработка с добавкой гипохлорита натрия.

Для создания благоприятных и эффективных условий проведения горячего облагораживания между щелочными ступенями ЩГ и ГО проводится кислотная обработка целлюлозной массы с целью чередования кислой и щелочной сред и обеспечения «насосного» эффекта при удалении продуктов реакции отбелки и отработанных химикатов. Для регулирования вязкости целлюлозы последней ступенью отбелки принята добелка гипохлоритом натрия. Заканчивается любая схема отбелки кисловкой, но она не входит в число ступеней отбелки.

Показатели беленой облагороженной сульфитной березовой целлюлозы представлены в табл. 2.

Особенности предлагаемой технологии:

1) соответствие современным требованиям экономики и экологии;

2) использование для делигнификации экологичного реагента – пероксида водорода;

3) делигнификация проводится на оборудовании, работающем без давления.

Таблица 2

Результаты отбелки и облагораживания по схеме Пк–ЩГ–К–ГО–Г–К сульфитной березовой целлюлозы для химической переработки

Показатели целлюлозы	Значения показателей целлюлозы		Нормы по целлюлозе для нитрования ЦА марки К [5]
	исходной небеленой	беленой и облагороженной	
Выход целлюлозы, %: – от небелёной целлюлозы; – от древесины	 – 44,8	 81,0 36,3	 – –
Вязкость 1 %-го медно-аммиачного раствора, мПа*с	–	47	30–55
Массовая доля в целлюлозе, %: – α-целлюлозы; – лигнина; – смол и жиров; – золы	 – 1,24 1,47 –	 93,3 0,24 0,37 0,11	 ≥ 93,0 ≤ 0,4 ≤ 0,5 ≤ 0,16

Таким образом, из лиственной (березовой) целлюлозы получена целлюлоза для нитрования с показателями качества, полностью соответствующими требованиям в целлюлозе ЦА марки К. Это свидетельствует о реальной возможности решения вопроса двойного импортозамещения в производстве растворимой целлюлозы – по сырью (древесина вместо хлопка) и по готовому продукту (целлюлоза для химической переработки в настоящее время импортная).

Список источников

1. Хакимова Ф. Х., Синяев К. А., Андраковский Р. Э. Разработка технологии получения древесной целлюлозы для химической переработки // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 333–343. DOI: 10.14258/jcprm.2020026677

2. Новожилов Е. В., Пошина Д. Н. Биотехнологии в производстве целлюлозы для химической переработки (обзор) // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 15–32.

3. Шпаков Ф. В., Неволин В. Ф. Основные направления совершенствования технологии производства беленых полуфабрикатов в России на пороге XXI века // Научно-техническая конференция PAP-FOR 98. СПб., 1998. С. 74–79.

4. Патент № 2797173 Российская Федерация, МПК D21C 3/06 (2006.01). Способ получения целлюлозы для химической переработки : № 2022133872 :

заявл. 22.12.2022 : опубл. 31.05.2023 / Хакимова Ф. Х., Носкова О. А., Фонарёв И. И. ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». 8 с.

5. Жегров Е. Ф., Милёхин Ю. М., Берковская Е. В. Химия и технология баллиститных порохов, твердых ракетных и специальных топлив : монография : Т. 2. Технология. М. : РИЦ МГУП им. И. Федорова, 2011. 551 с.

Научная статья
УДК 621.317.785:544.543

ПРИМЕНЕНИЕ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ ДОЗИМЕТРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Никита Семенович Штабнов[1], Виктор Гаврилович Бурындин[2], Алексей Евгеньевич Шкуро[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] lol_hukutos@mail.ru
[2] buryndinvg@m.usfeu.ru
[3] shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе рассмотрены теоретические основы химической дозиметрии ионизирующего излучения, показана роль красителей. Приведены требования, предъявляемые к красителям, применяемым для изготовления пленочных дозиметров, содержащих краситель.

Ключевые слова: дозиметрия, ионизирующее излучение, пленочные дозиметры, красители, радиационный отклик, оптическая плотность

Для цитирования: Штабнов Н. С., Бурындин В. Г., Шкуро А. Е. Применение красителей для изготовления пленочных дозиметров ионизирующего излучения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1124−1128.

Original article

APPLICATION OF DYES FOR THE MANUFACTURING OF FILM DOSIMETERS OF IONIZING RADIATION

Nikita S. Shtabnov[1], Viktor G. Buryndin[2], Alexey E. Shkuro[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] lol_hukutos@mail.ru
[2] buryndinvg@m.usfeu.ru
[3] shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. This research examines the theoretical foundations of chemical dosimetry of ionizing radiation and demonstrates the role of dyes. Requirements for dyes used for the production of film dye-containing dosimeters are presented.

Keywords: dosimetry, ionizing radiation, film dye-containing dosimeters, dyes, radiation response, optical density

© Штабнов Н. С., Бурындин В. Г., Шкуро А. Е., 2026

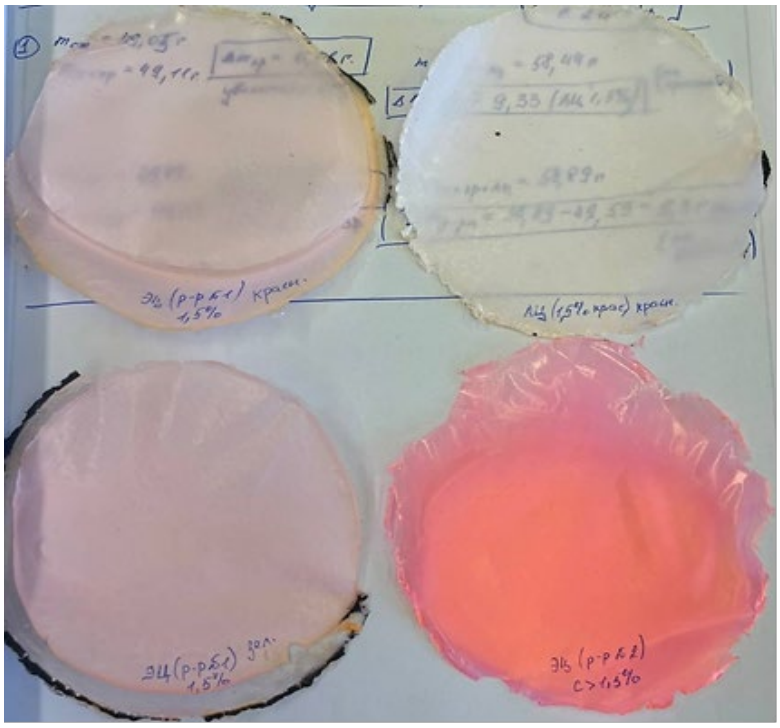
For citation: Shtabnov N. S., Buryndin V. G., Shkuro A. E. (2026) Primenenie krasitelej dlya izgotovleniya plenochny`x dozimetrov ioni-ziruyushhego izlucheniya [Application of dyes for the manufacturing of film dosimeters of ionizing radiation]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1124–1128. (In Russ).

Химическая дозиметрия основана на регистрации дозы по результатам радиационно-химических превращений в специально подобранной системе, где под действием ионизирующего излучения изменяется состав, кислотно-основные свойства или оптические характеристики среды. В отличие от ионизационных и сцинтилляционных детекторов, здесь измеряемой величиной служит не мгновенный сигнал от отдельных частиц, а интегральный химический отклик, сформированный за время облучения. Такой подход особенно удобен в тех областях, где необходима интеграция дозы за длительный период, регистрация больших доз или контроль в сложной геометрии [1, 2].

Красительсодержащие дозиметры представляют собой особый подкласс химических систем, в которых регистрируемым параметром является изменение оптической плотности или цвета раствора, геля или пленки, обусловленное радиационно-химическими процессами, протекающими с участием красителя или радиационно-образованных ионов металлов. Такой тип отклика позволяет использовать стандартную спектрофотометрию, фотоэлектрические колориметры и плоские сканеры для количественной оценки дозы, а также реализовать пленочные и трехмерные (гелевые) дозиметры с высоким пространственным разрешением [1–3].

Пленочные красительсодержащие системы оказались особенно востребованы при дозиметрии высоких доз γ- и электронного излучения в промышленности, а также при исследовании импульсных пучков электронов большой мощности, где традиционные ферросульфатные растворы испытывают проблемы насыщения и радиолиза растворителя. В таких условиях тонкая пленка с включенным красителем, обесцвечивающимся или окрашивающимся под действием излучения, дает удобный стационарный индикатор дозы, устойчивый к механическим воздействиям и удобный для хранения [1].

Примеры пленочных красительсодержащих дозиметров на основе ацетата целлюлозы и различных концентраций красителя «Родамин 6G» представлены на рисунке.



Пленочные дозиметры на основе ацетата целлюлозы и красителя «Родамин 6G»

В основе работы красительсодержащего дозиметра лежат радиационно-химические процессы в матрице и/или растворе, приводящие к изменению концентрации окрашенной формы красителя либо комплексного соединения «металл – краситель». Ионизирующее излучение, проходя через среду, вызывает ионизацию и возбуждение молекул растворителя и матрицы; дальнейший распад возбужденных состояний и ионов формирует набор первичных активных частиц (радикалы, ион-радикалы, возбужденные молекулы), которые реагируют с красителем или другими компонентами системы. В зависимости от строения красителя, возможны реакции восстановления (обесцвечивание), окисления (появление окраски у лейкоформы), протонирования, разрыва или восстановления π-сопряжения [4].

Для пленочных дозиметров существенную роль играет распределение энергии по толщине слоя: в зависимости от энергии γ-квантов или электронов, плотности и состава матрицы, профиль поглощенной дозы может быть близким к равномерному или иметь выраженный градиент. При дозиметрии β-излучения особенно важны малая толщина и однородность пленки, поскольку пробег β-частиц в органических материалах ограничен сотнями микрон и вариации толщины напрямую влияют на величину сигнала. Это накладывает дополнительные требования к технологии изготовления и контролю толщины пленочных красительсодержащих дозиметров.

К красителям, предназначенным для дозиметрии, предъявляется ряд требований, сформировавшихся на основе многолетней практики применения пленочных и растворных химических дозиметров. Во-первых, изменение оптической плотности должно быть однозначной функцией дозы. Для

практики удобно, когда в интересующем диапазоне ΔD или логарифмическая функция от D подчиняется линейной зависимости от дозы, что упрощает калибровку и интерпретацию результатов. Сложные нелинейные и «ломаные» дозокривые затрудняют применение дозиметра в нормативных измерениях.

Во-вторых, краситель и его радиационно-индуцированная форма должны быть химически и фотохимически стабильными в течение всего времени хранения и измерения. Самопроизвольное выцветание, потемнение или фотодеструкция под действием видимого света приводят к дрейфу нуля и искажению дозозависимости. Для целлофановых и пленок PVB с красителями отмечена необходимость хранения в темноте и при контролируемой температуре, поскольку даже слабое рассеянное освещение способно за часы изменить оптические характеристики [1].

В-третьих, матрица (целлюлозная, поливиниловая, полиуретановая, гелевая) должна обеспечивать равномерное распределение красителя и остальных компонентов, отсутствие фазового расслоения, минимальную диффузию активных видов (для гелей) и воспроизводимую толщину. Неоднородности в составе и толщине слоя вызывают локальные вариации чувствительности, что особенно критично при применении дозиметра как двумерного или трехмерного «карты» дозы [2]. Для разработанных в работе [4] радиохромных пленок подчеркивается необходимость стабильной технологии литья и контроля толщины пленок по оптическим и механическим критериям.

Дополнительным требованием является минимальная чувствительность к температуре, влажности и кислороду либо возможность учета этих влияний через поправочные коэффициенты. Для пленочных систем, используемых в условиях промышленной обработки, важны также механическая прочность, гибкость, устойчивость к изгибу и удобство обращения [3, 5].

Таким образом, создание надежных пленочных дозиметров требует комплексного подхода, учитывающего свойства красителя и технологию изготовления матрицы для обеспечения точных и воспроизводимых измерений.

Список источников

1. Пикаев А. К. Дозиметрия в радиационной химии. М. : Наука, 1975. 312 с.

2. Пикаев А. К. Химические методы дозиметрии импульсного электронного излучения // Успехи химии. 1972. Т. 41, № 5. С. 861–901.

3. Кособуцкий В. С., Свердлов Р. Л. Научные принципы и методы радиометрии и дозиметрии (спецпрактикум). Минск : БГУ, 2022. 268 с.

4. Пикаев А. К., Кабакчи С. А. Радиационная способность первичных продуктов радиолиза воды : справочник. М. : Энергоиздат, 1982. 200 с.

5. Третинников О. Н., Кожемякин Л. А., Баранова Н. А. Радиохромные пленки поливиниловый спирт/фосфорновольфрамовая кислота для измерения высоких доз ионизирующих излучений // Взаимодействие излучений с твердым телом. Минск : ИФ НАН Беларуси, 2021. С. 275–279

Социально-экономические, управленческие и гуманитарные проблемы лесного комплекса

Научная статья
УДК 366.1–045.64(476.1)

СЕГМЕНТАЦИЯ КЛИЕНТОВ «МОЛОДЕЧНОМЕБЕЛЬ» МЕТОДОМ СЕГМЕНТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКОЛЕНИЙ

Арина Андреевна Архипенкова[1], Оксана Юрьевна Осташко[2]
[1, 2] Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
[1] arina.arhipenkova05@mail.ru
[2] ostashko@belstu.by

Аннотация. В статье рассматривается сегментация клиентов предприятия «Молодечномебель» на основе метода сегментирования на основе поколений. Анализ особенностей поведения разных возрастных групп позволяет определить эффективные маркетинговые стратегии для привлечения и удержания клиентов.

Ключевые слова: поколения, сегментирование, потребители, маркетинг, мебель

Для цитирования: Архипенкова А. А., Осташко О. Ю. Сегментация клиентов «Молодечномебель» методом сегментирования на основе поколений // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1130–1135.

Original article

CUSTOMERS SEGMENTATION OF “MOLODECHNOMEBEL” BY THE GENERATION-BASED SEGMENTATION METHOD

Arina A. Arkhipenkova[1], Oksana Yu. Ostashko[2]
[1, 2] Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus
[1] arina.arhipenkova05@mail.ru
[2] ostashko@belstu.by

Abstract. This article examines customer segmentation of “Molodechnomebel” by the generation-based segmantation method. Analyzing the behavioral patterns of different age groups allows us to identify effective marketing strategies for attracting and retaining customers.

Keywords: generations, segmentation, consumers, marketing, furniture

© Архипенкова А. А., Осташко О. Ю., 2026

For citation: Arkhipenkova A. A., Ostashko O. Yu. Segementaciya klientov “Molodechnomebel`” metodom segmentirovaniya na osnove pokolenij [Customers segmentation of “Molodechnomebel” by the generation-based segmentation method]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1130–1135. (In Russ).

Современные мебельные предприятия сталкиваются с высокой конкуренцией и меняющимися запросами потребителей. Для успешного продвижения и формирования лояльной клиентской базы важно учитывать различия в поведении, ценностях и мотивации покупателей. Эффективным инструментом в этом является сегментирование клиентов. Одним из интересных методов сегментирования представляется метод на основе поколений, позволяющий выявить особенности восприятия бренда компании, критерии выбора и предпочтения разных возрастных групп [1].

Метод сегментирования поколений основан на том, что люди, родившиеся в определенный исторический период, имеют схожие ценности, привычки и предпочтения, формирующиеся под влиянием социальных, экономических и культурных факторов. Концепция была систематизирована в конце XX в. Уильямом Штраусом и Нилом Хоу и позднее интегрирована в маркетинговую практику Филипом Котлером [2]. Применение этого метода позволяет выявить реакции потребителей на товары и рекламные сообщения компании, адаптировать ассортимент, коммуникации и методы продаж, повышать конверсию и формировать лояльность.

Поколение Победителей, родившееся в 1900–1923 гг., ценит бережливость, качество и долговечность вещей. Они выросли в условиях войн и экономических трудностей, что сформировало практичный подход к потреблению. Покупки делались осознанно и редко, с упором на надежность, а доверие к брендам строилось через личный опыт и рекомендации знакомых.

Молчаливое поколение (1923–1943 гг.) выросло в период послевоенного восстановления, ценит стабильность и практичность. Для него важны надежность и долговечность товаров. Эстетика и тренды не являются приоритетом, а сервис воспринимается как приятное дополнение; коммуникация преимущественно через личные встречи, каталоги и демонстрации.

Беби-бумеры (1943–1963 гг.) отличаются рациональным стилем потребления, мебель покупают редко, в основном для замены или улучшения комфорта. Для них важны практичность, функциональность и соотношение цены и качества, эстетика стоит на втором плане, а доверие к бренду формируется через личный опыт и рекомендации.

Поколение X (1963–1983 гг.) формировалось в период социальных и экономических изменений, что сделало их прагматичными и самостоятельными. Они ценят качество материалов, долговечность и практичность мебели, важен баланс цены и качества и гармония с интерьером. Для покупки используют как цифровые, так и офлайн-каналы, требуя честной информации и удобного сервиса.

Поколение Y, или миллениалы (1983–2003 гг.), выросло с технологиями, интернетом и соцсетями, обладает высокой цифровой грамотностью. Они ориентируются на стиль, дизайн и эмоциональную ценность бренда, мебель выбирают как средство самовыражения и оформления пространства, ценят онлайн-покупки, быстрый сервис и персонализацию, вдохновляясь трендами соцсетей и блогеров.

Наиболее молодое поколение – поколение Z (с 2003 г. и младше) – формирует новые стандарты покупательского поведения. Эти потребители выросли в полностью цифровой среде, практически постоянно используют смартфоны и социальные сети для общения, получения информации и покупок. Они ценят удобство, мобильность, индивидуальный стиль и возможность самовыражения через интерьер и дизайн.

Таким образом, согласно данному методу, старшие поколения ценят надежность, качество и традиционный подход, в то время как молодежь ориентирована на цифровые технологии, стиль и возможность самовыражения через товары или услуги компании и ее бренд.

При планировании маркетинговых стратегий важно учитывать региональные и культурные особенности. Европейцы ориентированы на устойчивость, качество и соотношение цены и ценности; американцы ценят индивидуализм, инновации и эмоциональное восприятие брендов, активно используя цифровые каналы; белорусы сочетают рациональность с доверием к известным брендам, обращая внимание на репутацию, качество и функциональность.

Для белорусского предприятия ЗАО «Молодечномебель» понимание поколенческих особенностей целевой аудитории позволяет точнее адаптировать ассортимент, коммуникации и каналы продаж. Компания производит корпусную и мягкую мебель для жилых и офисных помещений: диваны, кресла, стулья, шкафы, комоды и обеденные группы в разных стилях, уделяя внимание качеству материалов, функциональности и дизайну, что удовлетворяет запросы разных потребителей.

Для практического анализа и демонстрации поколенческого сегментирования рассмотрим коллекцию «Сабрина» применительно к «Молодечномебель» (рисунок) [3].



Коллекция «Сабрина»[2]

Коллекция представляет собой оптимальный пример для исследования, поскольку сочетает современные стилистические элементы, практичность и вариативность исполнения, что позволяет эффективно адаптировать маркетинговые подходы под различные поколения потребителей (таблица).

Сегментация коллекции «Сабрина» по методу
сегментирования на основе поколений

Поколение	Предпочтения в мебели	Коллекция мебели «Сабрина»	Рекомендованные каналы продвижения	Основной акцент в коммуникации
Победители (1900–1923)	Классический дизайн, надежность, долговечность	Коллекция им не подойдет – нужен классический стиль и традиционные формы	Демонстрационные залы, персональные консультации, каталоги	Качество, проверенные материалы, гарантия
Молчаливое (1923–1943)	Прочность, практичность, традиции	Частично подойдет – прочность и качество подходят, но стиль слишком современный	Выставки, печатные материалы, рекомендации	Надежность, стабильность, репутация бренда

[2] Изображение взято с сайта: belmebel.ru. URL: https://clck.ru/3RjxJL (дата обращения: 11.09.2025).

Окончание таблицы

Поколение	Предпочтения в мебели	Коллекция мебели «Сабрина»	Рекомендованные каналы продвижения	Основной акцент в коммуникации
Беби-бумеры (1943–1963)	Комфорт, статус, сочетание эстетики и функциональности	Подойдет – комфорт, практичность и спокойный современный дизайн	Каталоги, выставки, ТВ-реклама, персональные предложения	Комфорт, стиль, высокий уровень сервиса
Поколение X (1963–1983)	Функциональность, баланс цена/качество, экологичность	Оптимально подойдет – функциональность, универсальный стиль, хорошее соотношение цена/качество	Онлайн-каталоги, сайт, отзывы, программы лояльности	Практичность, индивидуальный выбор, соотношение цена/качество
Поколение Y (1983–2003)	Дизайн, визуальная привлекательность, экологичность	Подойдет при правильной подаче – требуется визуализация, кастомизация и яркий контент	Соцсети, инфлюенсеры, таргетированная реклама	Стиль, возможность самовыражения, устойчивость
Поколение Z (2003–…)	Мобильность, интерактивность, индивидуальный стиль	Скорее подойдет – современный стиль + усиленная цифровая презентация	TikTok, Instagram, AR-приложения, онлайн-конструктор мебели	Инновации, скорость покупки, цифровой опыт

Сегментация клиентов по поколениям способствует повышению эффективности маркетинговых решений, оптимизации ассортимента и формированию устойчивого имиджа бренда. Для «Молодечномебель» – ведущего предприятия деревообрабатывающей и мебельной промышленности Республики Беларусь – использование данного подхода является стратегически важным направлением, позволяющим объединить традиционные ценности предприятия с современными требованиями рынка.

Поколение Победителей и Молчаливое поколение сегодня практически не формируют активный спрос, однако их ориентация на долговечность и надежность изделий во многом сохранилась в потребительских привычках последующих групп. Беби-бумеры совершают покупки мебели преимущественно при необходимости замены, ценя практичность, доступность и проверенное качество. Поколение X ориентируется

на функциональность, современный дизайн, баланс цены и качества, что делает коллекцию «Сабрина» полностью соответствующей их ожиданиям. Поколение Y выбирает стиль, визуальную привлекательность и цифровой опыт взаимодействия с брендом, а поколение Z – самое молодое – требует интерактивности, мобильности, инновационности и возможности самовыражения через интерьерные решения [4].

Таким образом, каждая группа обладает собственными характеристиками, влияющими на выбор мебели. Однако наибольший практический потенциал для коллекции «Сабрина» имеют поколения X и Y, так как именно они формируют наиболее активный платежеспособный спрос, высоко оценивают сочетание функциональности, дизайна и цифрового взаимодействия с брендом, что напрямую способствует укреплению конкурентных позиций «Молодечномебель» на рынке.

Список источников

1. Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг менеджмент. М. : Вильямс, 2020. 848 с.

2. Шевченко И. В. Поколенческий маркетинг : теория и практика // Маркетинг и маркетинговые исследования. 2021. № 3. С. 45–52.

3. Молодечномебель : [сайт]. URL: https://molodechnomebel.by/ (дата обращения: 11.11.2025).

4. Tapscott D. Grown Up Digital: How the Net Generation Is Changing Your World. New York : McGraw-Hill, 2009. 384 p.

Научная статья
УДК 811.81:39

СВОЕОБРАЗИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НОМИНАТИВОВ В РУССКОМ И УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКАХ

Шахриер Бахриер угли Бахтиеров[1], Наталья Феликсовна Старыгина[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] shakhriyorbakhtiyorov314@gmail.com
[2] felixovna.711@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу базовых лесохозяйственных номинативных конструкций, их облигаторному терминологическому потенциалу, функционирующему в русском и узбекском языках, учитывая природные семантические коннотации.

Ключевые слова: лесохозяйственные номинативы, лесное хозяйство, коннотативное значение, семантическое понятие

Для цитирования: Бахтиеров Ш. Б., Старыгина Н. Ф. Своеобразие лесохозяйственных номинативов в русском и узбекском языках // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1136−1140.

Original article

THE SINGULARITY OF FORESTRY NOMINATIVES IN RUSSIAN AND UZBEK LANGUAGES

Shakhriyor B. Bakhtiyorov[1], Natalia F. Starygina[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] shakhriyorbakhtiyorov314@gmail.com
[2] felixovna.711@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of basic forestry nominative constructions and their obligatory terminological potential, which functions in Russian and Uzbek languages, taking into account natural semantic connotations.

Keywords: forestry nominatives, forestry, connotative meaning, semantic concept

© Бахтиеров Ш. Б., Старыгина Н. Ф., 2026

For citation: Bakhtiyorov Sh. B., Starygina N. F. (2026) Svoeobrazie lesoxozyajstvenny`x nominativov v russkom i uzbekskom yazy`kax [The singularity of forestry nominatives in Russian and Uzbek languages]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1136–1140. (In Russ).

Языковая картина природного мира, окружающей флоры и фауны отображает опыт познания человеком существующей реальности, дает толкование того, как народ понимал устройство и функционирование внешней среды, какое место в ней отводилось национальным признакам. Познавая окружающий мир и традиционный собственный быт, люди обращаются к природе, выделяя в ней те природные элементы, которые являются для них жизненно важными. Растительный и животный мир – неотъемлемая составляющая окружающей человека действительности, что не может не найти отражения в ее языковой концептуализации. Самобытность номинативов (наименований тех или иных семантически значимых понятий в лесохозяйственной сфере) также является частью природной картины, окружающей нас.

По мнению исследователей О. И. Василенко, Т. Н. Даньковой, Л. Р. Ермаковой, Г. Н. Таджиевой, Е. Н. Тарановой, А. О. Таранова, лесохозяйственные номинативы (гербонимы, дендронимы, флоронимы, фитонимы) – слова, которые называют деревья, кустарники, растения, цветы – «составляют основу профессиональной языковой картины мира» [1], обладают четкой лексико-деривационной структурой. Данная лексика представляет собой один из архаичных слоев, активно задействованный в когнитивных процессах языковой концептуализации, что обуславливает формирование национальных лингвокультурных картин мира.

Формирование устойчивых систем перечисленных выше номинативов в русском и узбекских языках, основанных на длительном использовании и закреплении их ассоциативных и семантических связей, является исторически обусловленным процессом. Вследствие этого изучение растительного мира носит междисциплинарный характер, привлекая специалистов из таких областей, как биология, психология, история и лингвистика. Термином лесное хозяйство (лесоводство) принято считать систему контроля за состоянием полезных для человека лесных ресурсов, в частности, лесоматериалов, и сбережения их путем лесонасаждения [2, 1985, с. 246]. Первичные знания о растениях были сформированы в глубокой древности, когда лес служил источником пищи (растительной и животной) и убежищем от стихий. С развитием оседлого образа жизни человек начал более целенаправленно взаимодействовать с растениями, культивируя их в декоративных и иных целях.

Современная лингвистическая наука демонстрирует растущую тенденцию к использованию массива названий растений в целом. Лексические единицы, выполняющие номинативную функцию, то есть обозначающие конкретные объекты и явления, являются базовыми элементами для создания текстов, научных, учебных в том числе. Эти тексты в рамках научных жанров репрезентируют концептуальные модели мира флоры и фауны. Номинативные свойства этих лексем определяют их функциональную роль в формировании и передаче знания.

В нашей статье мы рассматриваем особенности лесохозяйственных номинативов, зафиксированных в специальных научных текстах русской и узбекской лингвокультур. Материалом для исследования послужили русские слова и словосочетания из профессионально-образовательных изданий, представленные учебной литературой по дисциплине «Лесное дело», «Лесоводство», «Лесоведение», а также их узбекские аналоги.

Рассмотрим облигаторные свойства лесохозяйственных номинативов в русском и узбекских языках более подробно.

Исследования лесохозяйственных номинативов в русском и узбекских языках находятся на разных этапах их освоения. Русские номинативы в целом (топонимы, гидронимы и пр.) отличаются высокой степенью проработки, тогда как узбекские лесоведческие наименования находятся в процессе изучения и текстовой научной адаптации. «Лесоводческие термины представляют собой специфический пласт лексики, характерный исключительно для данной сферы и формирующий единую системную структуру» [3, с. 185].

Как показал наш анализ, смысловой акцент образуемых лексических единиц обусловлен базовыми номинативами, к которым относятся гербонимы, дендронимы, фитонимы, флоронимы. Особенности первых представляют собой своеобразные названия трав как в русском, так и в узбекских языках: *майник, вейник, луговик/эфемеры, эриантус, ферула, прангос.* Система номинативов гербонимов объединяет два обязательных признака: географический (место, где растет трава) – *предгорье, луга, равнины* и т. д. и стилистический (лексико-грамматическая окрашенность слова за счет оригинальных эпитетов) – трава *холмовая*, злаки *эфемерные*, травы *крестоцветные*, трава *перечная*/*джамбул* и т. д.

Лесохозяйственные номинативы упомянутых групп могут носит синонимичный характер, то есть, например, названия растений (финонимов) часто включают наименование трав, цветов и пр. (флоронимов). Это же подтверждает Н. З. Пазлитдинова, анализируя номинативы бахчевых культур: тыква, дыня, арбуз, кабачок и т. д. (относящиеся и к растениеводческий понятиям – финонимам, и к дендронимам). Отмечает, что в современном узбекском языке слова *«сабзавот*» и «*полиз*» выступают как синонимы.

Однако семантическое поле слова *«сабзавот»* шире, чем у слова *«полиз»*. Слово *«сабзавот»* часто употребляется не только для обозначения места выращивания бахчевых, но и для названия их продукции, в связи с этим мы употребили слово *«сабзавот»* [4, с. 185].

Смысловые коннотации в узбекском языке были зафиксированы не только в названии характеристик растений. Они также отражают духовный мир людей, передают уникальные языковые представления народа, иллюстрируют, как реальность, существующая вне языка, преломляется в его структуре [5, с. 185]. По нашим наблюдениям, наиболее привлекательной характеристикой номинативов в двух языках являются названия растений, обладающие чертами, связанными с национально-культурными или универсальными особенностями. К таким характеристикам относятся религиозно-мифологическое происхождение, а также ассоциации с бытовыми предметами или частями тела человека, птицы, животного и пр.

Коннотативные значения (КЗ) – дополнительное значение языковой единицы, отражающее эмоциональные, экспрессивные, оценочные или стилистические оттенки ее употребления. КЗ лесохозяйственных номинативов выборочно представлены в таблице.

Коннотативные значения лесохозяйственных номинативов

Русский язык		Узбекский язык	
Номинатив	Значения	Номинатив	Значения
Лопух	Глупый, простой	Gul (цветок)	Красота
Тростник	Худость	O’t (трава)	Огонь
Лук	Лук	Qariqiz (лопух)	Старая дева
Борщ	Борщ (суп)	Qizilmiya (лакрица)	Красный мозг
Каштан	Каштан (цвет)	Ixroj (молочай)	Выгнать

Как свидетельствуют данные таблицы, в основе лесохозяйственных номинаций лежат разнообразные признаки: географическое распространение, научная классификация, цветовая гамма, габариты, морфология, размерные характеристики, свойства, вкусовые ощущения, ароматические качества и пр. Наблюдается значительная вариативность в употреблении названий: в различных регионах одно и то же наименование может относиться к разным видам растений, либо один и тот же вид может быть обозначен множеством различных терминов.

Таким образом, оба языка используют номинативы сферы лесного хозяйства: для обозначения универсальных понятий (лес – o’rmon, дерево – daraxt, растение – o’simlik, цветок – gul). Это отражает общую человеческую потребность в классификации природы. Русские названия чаще связаны с лесной зоной и литературной традицией, узбекские – с орошаемой

сельскохозяйственной культурой и восточной символикой (*тополь* – элемент пейзажа, а *sangak (дикий тополь)* обретает мистический смысл).

Семантика лесохозяйственных номинативов (их значение и функционирование) отражает мировоззрение носителей языка, чья жизнь неразрывно связана с природной средой. Язык народов, живущих в гармонии с природой, отличается богатством и разнообразием лексики, отражающей их историческое наследие, религиозные верования, культурные традиции, повседневную жизнь и мироощущение.

Список источников

1. Данькова Т. Н. Основные этапы формирования и развития русской сельскохозяйственной терминосистемы // Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в вузе и школе. Воронеж : Науч. кн., 2008. Вып. 3. С. 32–46.

2. Научно-технический энциклопедический словарь : [сайт]. URL: https://gufo.me/dict/scientific/Лесноехозяйство (дата обращения: 03.12.2025).

3. Тиловова Г. А. Синонимия лесоводческих терминов (на примере немецкого, русского и узбекских языков) // Вестник Челябинского государственного университета. 2021. № 9 (455). С. 184–191.

4. Пазлитдинова Н. З. Интеграция наук при исследовании фитонимов // Lingvistika a interkulturní komunikace. 2016. № 1. С. 53–55.

5. Камалова Д. О. Проблема передачи коннотативных значений в переводах между узбекским и русским языками // Образование, наука и инновационные идеи в мире. 2024. № 51 (1). С. 120–126.

Научная статья
УДК 39:630

ТРАДИЦИОННОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ ТЮРКОЯЗЫЧНОГО НАСЕЛЕНИЯ ЮГА СИБИРИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Артем Евгеньевич Валегжанин[1], Алексей Валерьевич Чевардин[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] artemvaleg1@gmail.ru
[2] chevardinav@m.usfeu.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ традиционного природопользования тюрков юга Сибири и Лесного кодекса РФ. Выявлено сходство сакральных норм (ритуалы, духи-хозяева) с современными принципами охраны, воспроизводства и платного использования лесов. Актуализация традиций важна для экологии.

Ключевые слова: экология, лесной кодекс, традиции, тюрки, Сибирь

Для цитирования: Валегжанин А. Е., Чевардин А. В. Традиционное лесопользование тюркоязычного населения юга Сибири и современные принципы лесного хозяйства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1141−1143.

Original article

TRADITIONAL FOREST MANAGEMENT OF THE TURKIC-SPEAKING POPULATION OF SOUTHERN SIBERIA AND MODERN FORESTRY PRINCIPLES

Artyom E. Valegzhanin[1], Alexey V. Chevardin[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] artemvaleg1@gmail.ru
[2] chevardinav@m.usfeu.ru

Abstract. A comparative analysis of the traditional nature management of the Turks of southern Siberia and the Forest Code of the Russian Federation was carried out. The similarity of sacral norms (rituals, master spirits) with modern

© Валегжанин А. Е., Чевардин А. В., 2026

principles of protection, reproduction and paid use of forests was revealed. Updating traditions is important for ecology.

Keywords: ecology, forest code, traditions, Turkic people, Siberia

For citation: Valegzhanin A. E., Chevardin A. V. (2026) Tradicionnoe lesopol`zovanie tyurkoyazy`chnogo naseleniya yuga Sibiri i sovremenny`e principy` lesnogo xozyajstva [Traditional forest management of the Turkic-speaking population of southern Siberia and modern forestry principles]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1141–1143. (In Russ).

В современном мире особо актуальна тема экологии и взаимоотношения природы и человека. Важность этой темы заключается в сохранении природного наследия и в возобновляемости ресурсов. Общественные нормы, ценности и модели поведения определяют отношение человека к природе и потребление им природных ресурсов.

Путь формирования экологической культуры у каждого этноса был свой. Например, в Древней Греции из-за большого спроса на топливо для бань и материалы для кораблестроения велась активная вырубка лесов, что привело к необратимым экологическим последствиям.

Благодаря социальному и технологическому развитию общество в наши дни пришло к более экологически рациональным концепциям и механизмам природопользования, которые регулируются законодательно (например, Лесной кодекс РФ). Однако существуют традиции некоторых этносов, которые намного раньше пришли к современным взглядам на экологию. Экофильные нормы и модели поведения в этой статье мы разберем на примере традиций и мифологии тюрков, проживающих на юге Сибири.

Как законодательно, так и в изучаемых нами традициях пространство неоднородно. В юриспруденции территория может иметь различный статус, и ущерб, нанесенный лесу, будет расцениваться иначе, чем на любой другой территории, тем более в особо охраняемых природных территориях (ООПТ). В традиции Саяно-Алтайских тюрков эту роль играет сакральность [1]. В том числе статусом сакральности обладают леса.

В мифологии у тайги есть свои хозяева, духи. Бывают духи гор, рек, лесов. Они выполняют функцию гаранта соблюдения первого принципа Лесного кодекса (ЛК) РФ, а посредниками, способными с ними разговаривать, выступают шаманы.

Также в роли 11-го принципа ЛК РФ «платность использования лесов» выступает ритуал «сеек-сеек», обычно проводимый охотниками для удачи [2]. Идея ритуала заключается в том, что, пересекая границу леса или переходя через речку/родник, нужно сделать жертвоприношение

хозяевам угодий в виде напитка или лучшего куска еды. Причем важно, чтобы «сеек-сеек» проводили, используя именно перечисленные выше дары, иначе можно обидеть духа. Если смотреть на это уточнение с точки зрения ЛК РФ, то оно подходит ко второму принципу: «сохранение средообразующих, климаторегулирующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду», поскольку ритуал не допускает оставление мусора.

В традициях тюркских народов юга Сибири существует общий закон, совмещающий в себе второй, третий и четвертый принципы ЛК РФ – «брать у тайги столько, сколько необходимо семье». Например, шорцы и тубалары, собирая ягоду, берут ее осторожно, оставляя две-три ягоды на куст.

Соблюдать принципы 4, 5 и 8 побуждает вера шорцев в то, что у каждого человека в тайге есть свое дерево. Если дерево погибнет, то погибнет и человек. Следовательно, чтобы сохранить жизни людей, к использованию допускаются только мертвые деревья.

Шестой («улучшение качества лесов, а также повышение их продуктивности») и седьмой принципы («участие граждан, общественных объединений в подготовке решений...») имеют в традиции свой аналог в гармоничном сосуществовании человека и природы. Это проявляется во взаимопомощи, исходящей из традиционных представлений родства человека и природы. Человек антропоморфизирует природу и мыслит ее в тех же категориях. В представлении хакасов горные духи обликом похожи на людей. Как гласят мифы, коренные жители Хонгорая (Хакасии) происходят от брака людей и горных духов в далеком поколении.

В заключение стоит отметить большие сходства традиций с современными принципами лесопользования по Лесному кодексу Российской Федерации. Следовательно, актуализация традиций и их норм будет способствовать улучшению экологической обстановки в стране и мире.

Список источников

1. Тадышева Н. О. Сакральное пространство в традиционной культуре тюрков Саяно-Алтая // Томский журнал лингвистических и антропологических исследований. 2019. С. 139–148.

2. Бельгибаев Е. А., Бурнаков В. А. Экофильные традиции в культуре коренного тюркоязычного населения юга Сибири // Известия Алтайского государственного университета. 2012. С. 23–26.

Научная статья
УДК 630.233

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПРИМЕРЕ АО «СОЛИКАМСКБУМПРОМ»

Анастасия Робертовна Дудаева[1], Марина Владимировна Иванова[2]
[1, 2] Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия
[1] anastasia.dudaeva21@gmail.com
[2] permtrenerivanova@yandex.ru

Аннотация. На примере АО «Соликамскбумпром» исследуется связь между внедрением принципов устойчивого развития (ESG) и конкурентоспособностью в ЛПК. Анализ подтверждает положительное влияние ESG-стратегии на финансовые показатели компании.

Ключевые слова: устойчивое развитие, конкурентоспособность предприятия, целлюлозно-бумажная промышленность, АО «Соликамскбумпром», стратегическое управление

Для цитирования: Дудаева А. Р., Иванова М. В. Применение теории устойчивого развития для повышения конкурентоспособности предприятия в лесопромышленном комплексе на примере АО «Соликамскбумпром» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1144−1148.

Original article

APPLICATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT THEORY FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES IN THE FOREST INDUSTRY COMPLEX ON THE EXAMPLE OF JSC “SOLIKAMSKBUMPROM”

Anastasia R. Dudaeva[1], Marina V. Ivanova[2]
[1, 2] Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia
[1] anastasia.dudaeva21@gmail.com
[2] permtrenerivanova@yandex.ru

Abstract. This study explores the relationship between the implementation of sustainable development principles (ESG) and competitiveness in the forest

© Дудаева А. Р., Иванова М. В., 2026

industry complex using JSC “Solikamskbumprom” as an example. The analysis confirms the positive impact of ESG strategies on the company's financial performance.

Keywords: sustainable development, enterprise competitiveness, pulp and paper industry, JSC “Solikamskbumprom”, strategic management

For citation: Dudaeva A. R., Ivanova M. V. (2026) Primenenie teorii ustojchivogo razvitiya dlya povy`sheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya v lesopromy`shlennom komplekse na primere AO “Solikamskbumprom” [Application of sustainable development theory for improving the competitiveness of enterprises in the forest industry complex on the example of JSC “Solikamskbumprom”]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1144–1148. (In Russ).

В последние десятилетия устойчивое развитие стало ключевым элементом в бизнесе. Его принципы, охватывающие экологические, социальные и управленческие аспекты (ESG), напрямую влияют на конкурентоспособность компаний.

В статье исследуется применение принципов устойчивого развития на примере АО «Соликамскбумпром» – одного из крупнейших предприятий лесопромышленного комплекса России. Рассматриваются методы интеграции экологической ответственности, социальной поддержки и эффективного управления, а также их влияние на конкурентоспособность компании. Особое внимание уделено анализу взаимосвязи конкурентоспособности и теории устойчивого развития.

Тема влияния применения теории устойчивого развития на конкурентоспособность исследовалась как зарубежными, так и российскими учеными. Разным аспектам данной проблемы посвящены работы Б. С. Батаевой, А. Д. Кокурина, Сильвия Гревач, Инго Кляйндинст и т. д. Эмпирические данные о влиянии ESG на экономику компаний противоречивы: одни исследования находят положительную зависимость, другие отсутствуют или показывают нелинейный характер.

Целью данной статьи является не только анализ текущей ситуации на примере АО «Соликамскбумпром», но и определение, как эффективное применение принципов устойчивого развития способствует укреплению позиций на рынке и формированию долгосрочной устойчивости предприятия.

Анализ АО «Соликамскбумпром»

«Соликамскбумпром» – российская целлюлозно-бумажная компания. Входит в тройку ведущих производителей газетной бумаги в России. Согласно данным ESG-рэнкинга RAEX (2022), «Соликамскбумпром»

занимает 4 место среди компаний целлюлозно-бумажной отрасли, уступая место «Сегежа Групп», «Группа “Илим”» и Архангельской ЦБК (далее Архангельская ЦБК не упоминается, т. к. финансовый отчет не предоставляется, поскольку коммерческая деятельность не является целью ее создания).

Анализ деятельности «Соликамскбумпром» позволяет рассматривать компанию как комплексное воплощение принципов устойчивого развития, что находит отражение в трех аспектах:

1) экологическая ответственность: инвестиции 823 млн руб. в природоохранные мероприятия, собственная генерация 80 % электроэнергии и 100 % тепла, ежегодное лесовосстановление (около 537 тыс. сеянцев);

2) социальная ответственность: создание тысяч рабочих мест, ежегодное обучение 1600 сотрудников, инвестиции 60 млн руб. – в охрану труда, поддержка социальной инфраструктуры (100 млн руб. в год);

3) экономическая устойчивость: внедрение цифровых решений, фискальная дисциплина при сохранении социальных и благотворительных взносов (100 млн руб. в год).

Согласно данным показателям, «Соликамскбумпром» является примером компании, которая эффективно интегрирует принципы устойчивого развития в свою бизнес-стратегию, обеспечивая высокие экологические, социальные и экономические результаты.

Анализ взаимосвязи ESG-рейтинга и конкурентоспособности компаний

Для анализа уровня интеграции принципов устойчивого развития в отраслевом контексте обратимся к данным рейтинга RAEX. В табл. 1 представлены позиции ведущих целлюлозно-бумажных компаний в межотраслевом ESG-рэнкинге за 2022 г.

Таблица 1

Рейтинг ESG RAEX среди ЦБК (2022 г.) [1]

№	Название	Экология	Социальная политика	Управление
55	«Сегежа Групп»	56	50	60
58	«Группа “Илим”»	48	62	58
86	«Соликамскбумпром»	88	98	75
91	«Монди СЛПК»	85	117	71
151	«Карелия Палп»	124	144	150

Согласно табл. 1, наивысшие места в отраслевом ESG-рэнкинге занимают «Сегежа Групп» и «Группа “Илим”», что во многом обусловлено их высокими показателями в экологической и социальной сферах. Компания «Карелия Палп», напротив, имеет значительно более низкие баллы по всем критериям и замыкает список.

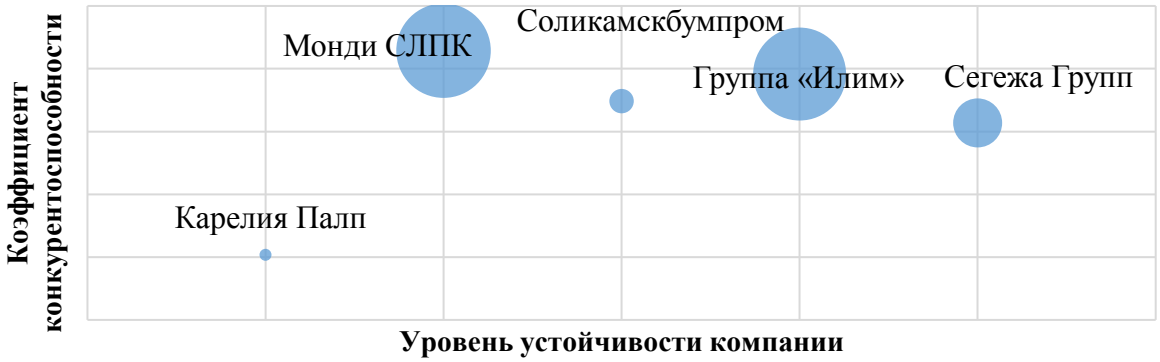
Для того, чтобы выяснить, влияет ли активное применение теории устойчивого развития на конкурентоспособность предприятия, вычислим данный показатель и представим результаты (табл. 2). Выборкой будут являться эти 5 компаний. Формулы и метод расчета взяты из исследования Е. А. Разумовской [2].

Таблица 2

Анализ финансовых результатов и уровня конкурентоспособности компаний целлюлозно-бумажной промышленности

Предприятие	«Соликамскбумпром»		«Сегежа Групп»		«Группа “Илим”»		«Монди СЛПК»		«Карелия Палп»	
Год	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Выручка, тыс. руб.	18348	17098	106766	92442	183702	180259	77969	71387	1120	18862
Чистая прибыль, тыс. руб.	1501	1983	6052	15237	21779	40311	22511	19001	362	4306
Затраты на производство и реализацию продукции, тыс. руб.	15144	13261	106278	73016	125917	112760	49052	47831	14729	19494
Коэффициент конкурентоспособности	1,24		1,07		1,46		1,64		0,02	

Согласно табл. 2 видно, что наиболее конкурентоспособной компанией является «Монди СЛПК», а менее – «Карелия Палп». Построена матрица (рисунок), визуализирующая взаимосвязь между уровнем устойчивого развития и конкурентоспособностью компаний, где за размеры «пузырьков» взята чистая прибыль компаний за 2022 г.



Взаимосвязь устойчивости и конкурентоспособности

Согласно табл. 2, большинство компании не меняет свое место в рейтинге. Исключением является «Сегежа Групп» и «Монди СЛПК», которые поменялись местами в рейтинге по конкурентоспособности. 3/5, или 60 %, показывают связь конкурентоспособности и активного применения устойчивого развития. Схожие данные приводит мета-исследование, проведенное центром NYU Stern Center for Sustainable Business совместно с Rockefeller Asset Management. Проанализировав более 1000 статей за 2015–2020 гг., авторы также обнаружили положительную связь между ESG и финансовыми показателями в большинстве случаев (58 %) [3].

Таким образом, проведенное исследование подтверждает, что стратегическое внедрение принципов устойчивого развития – ключевой фактор конкурентоспособности предприятий лесопромышленного комплекса. Анализ с лидерами отрасли показал устойчивую положительную связь между высокими стандартами ESG и финансовыми результатами, что делает устойчивое развитие необходимой частью стратегии для долгосрочного роста. Несмотря на средние позиции в рейтингах, АО «Соликамскбумпром» показывает, что применение теории устойчивого развития способствует улучшению качества жизни нынешнего и будущих поколений [4].

Список источников

1. ESG-рэнкинг российских компаний 2024 года // RAEX : [сайт]. URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/ESG_rating_companies/2024.1/ (дата обращения: 15.10.2025).

2. Разумовская Е. А., Воронов Д. С., Придвижкин С. В. Сравнительная оценка конкурентоспособности компаний частного и государственного секторов российской экономики на основе операционной эффективности // Российское предпринимательство. 2018. Т. 19, № 6. С. 1847−1866.

3. ESG and financial performance: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1,000 Plus Studies Published between 2015–2020 / T. Whelan, U. Atz, T. Van Holt, C. Clark. 2021. 19 p.

4. Аверкиева О. К., Плотникова О. Д., Иванова М. В. Цифровая трансформация как инструмент эффективного развития лесной отрасли // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 1016−1020.

Научная статья
УДК 630.233

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ (E) ESG СТАНДАРТОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

Марина Владимировна Иванова[1], Мария Анатольевна Молодчик[2]
[1, 2] Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия
[1] permtrenerivanova@yandex.ru
[2] molodchik.m@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуется роль технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) как ключевого инструмента мониторинга и оценки экологической составляющей (E) стандартов ESG в лесном хозяйстве. На основе статистических данных Рослесхоза и открытых источников показана высокая эффективность технологий. Приведены реальные кейсы применения ДЗЗ в Архангельской области.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), ESG, устойчивое развитие, незаконные рубки, лесовосстановление

Для цитирования: Иванова М. В., Молодчик М. А. Применение технологий дистанционного зондирования Земли для мониторинга экологической составляющей (E) ESG стандартов в лесном хозяйстве России // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1149–1153.

Original article

APPLICATION OF EARTH REMOTE SENSING TECHNOLOGIES FOR MONITORING THE ENVIRONMENTAL COMPONENT (E) OF ESG STANDARDS IN RUSSIAN FORESTRY SECTOR

Marina V. Ivanova[1], Maria A. Molodchik[2]
[1, 2] Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia
[1] permtrenerivanova@yandex.ru
[2] molodchik.m@yandex.ru

Abstract. This research examines the role of Earth remote sensing (ERS) technologies as a key tool for monitoring and assessing the environmental

© Иванова М. В., Молодчик М. А., 2026

component (E) of ESG standards in forestry. Based on statistical data from the Federal Forestry Agency (Rosleskhoz) and open sources, the high efficiency of these technologies is demonstrated. Case studies of ERS application in Arkhangelsk region are presented.

Keywords: Earth remote Sensing, ESG, sustainable development, illegal logging, reforestation

For citation: Ivanova M. V., Molodchik M. A. (2026) Primenenie texnologij distancionnogo zondirovaniya Zemli dlya monitoringa e`kologicheskoj sostavlyayushhej (E) ESG standartov v lesnom xozyajstve Rossii [Application of Earth remote sensing technologies for monitoring the environmental component (E) of ESG standards in Russian forestry sector]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1149–1153. (In Russ).

Современный лесной сектор России находится в процессе глубокой трансформации, обусловленной глобальным трендом на устойчивое развитие. Растущий контроль со стороны государства и требования инвесторов являются необходимым условием внедрения принципов ESG (Environmental, Social, Governance) для сохранения конкурентоспособности. Экологическая составляющая (E) является наиболее значимой для лесного хозяйства и включает обеспечение легальности рубок, сохранение биоразнообразия, эффективное лесовосстановление и управление углеродным балансом.

Традиционные методы наземного контроля в условиях огромных площадей российских лесов являются затратными, малооперативными и не обеспечивают необходимого уровня прозрачности. В этой связи технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) выступают в роли катализатора ESG-трансформации, предоставляя объективные, регулярные и масштабируемые данные для принятия управленческих решений.

Цель исследования – оценить эффективность применения технологий ДЗЗ для мониторинга экологического показателя ESG в лесном хозяйстве России на основе статистических данных и анализа региональных кейсов.

Исследование основано на анализе открытых данных Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз), государственных докладов о состоянии окружающей среды, материалов научных публикаций, а также отчетов лесопромышленных компаний. Использованы методы сравнительного анализа и статистической обработки данных.

Направления применения ДЗЗ для мониторинга компоненты «E» ESG стандарта

ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – это технология, которая использует летательные аппараты для сбора информации

о поверхности планеты. Данные получают с помощью специальных сенсоров. Основные современные технологии, используемые для ДЗЗ, – аэрофотосъемка, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и спутниковый мониторинг. ДЗЗ решает множество критически важных вопросов для лесной отрасли. Одна из задач ДЗЗ – это контроль легальности рубок. Технология сопоставляет разновременные космические снимки, что позволяет с высокой точностью выявлять изменения лесного покрова. Алгоритмы автоматического дешифрирования (в т. ч. на основе искусственного интеллекта) фиксируют площадные рубки, которые затем сверяются с данными ЕГАИС Лесхоз. По оценкам Рослесхоза, с 2019 г., когда началось активное внедрение системы ДЗ-мониторинга, доля выявляемых незаконных рубок с использованием ДЗЗ возросла с 15 % до 45 % в 2023 г. [1].

Еще одной важной задачей ДЗЗ является мониторинг лесных пожаров. ДЗЗ позволяет оперативно обнаруживать термоточки, определять площадь пройденной огнем территории и оценивать ущерб. В 2023 г. с помощью космического мониторинга было зафиксировано свыше 90 % всех крупных лесных пожаров на территории РФ [2]. Это позволяет оптимизировать ресурсы авиалесоохранных служб и оценивать углеродные выбросы.

Немаловажна и оценка лесовосстановления. Анализ серии снимков за несколько лет позволяет отслеживать успешность мероприятий по лесовосстановлению, определять видовой состав молодняка и выявлять участки, требующие дополнения. Это ключевой инструмент для верификации выполнения ESG-обязательств компаний по сохранению лесного покрова.

Для оценки биоразнообразия и состояния лесов используются методы спектрального анализа, которые помогают идентифицировать породный состав лесов, выявлять очаги болезней и вредителей (например, короеда-типографа), что напрямую связано с сохранением ценных экосистем.

Статистическая оценка эффективности

Эффективность ДЗЗ подтверждается официальной статистикой. По данным Рослесхоза, в 2023 г. с помощью ДЗЗ было проанализировано более 200 млн га лесного фонда. В результате было выявлено более 12 тыс. случаев незаконных рубок на площади свыше 35 тыс. га, что позволило предъявить исков на сумму свыше 5 млрд руб. [1]. Затраты на традиционный наземный мониторинг подобных территорий оказались бы в 5…7 раз выше. Кроме того, оперативность реакции увеличилась в среднем в 3 раза: если в 2018 г. на обработку сигнала о нарушении требовалось до 30 дней, то в 2023 г. – не более 10 дней (таблица).

Региональные кейсы применения

Для обеспечения устойчивого лесопользования на арендной территории в Архангельской области площадью свыше 5 млн га один из крупнейших лесопромышленных холдингов «Группа “Илим”» внедрил корпоративную систему спутникового мониторинга на арендованных территориях. Система в автоматическом режиме еженедельно мониторит все

изменения лесного покрова с использованием данных спутников Sentinel-2 и Landsat-8. При выявлении несогласованных изменений с планами лесопользования автоматически формируется сигнал для службы внутреннего контроля компании. В результате сократилось количество нарушений лесного законодательства на арендной территории на 25 % за 2 года, а также повышение репутации компании при выходе на «зеленые» финансирование [3, 4].

Результаты внедрения ДЗЗ «Группой “Илим Палп”»

Показатель	2021	2023	Динамика
Доля нелегальных рубок от общего объема заготовки	2,1 %	0,8 %	Снижение на 62 %
Время реагирования на нарушения	21 день	7 дней	Снижение на 67 %
Экономический ущерб, предотвращенный благодаря ДЗЗ	120 млн руб.	45 млн руб.	Снижение на 63 %
Площадь восстановленных лесов, прошедших верификацию через ДЗЗ	15 200 га	28 500 га	Улучшение на 88 %

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что технологии дистанционного зондирования Земли являются не просто вспомогательным инструментом, а становятся инфраструктурной основой для верификации и реализации экологических принципов ESG в лесном хозяйстве России. ДЗЗ обеспечивают:

1) прозрачность и объективность: данные космической съемки являются независимым и достоверным источником информации;

2) экономическую эффективность: значительное снижение затрат на мониторинг огромных лесных территорий;

3) оперативность: своевременное выявление нарушений и угроз.

Дальнейшее развитие системы, включая внедрение алгоритмов ИИ, расширение использования отечественных группировок спутников и интеграцию данных в корпоративные системы ESG-отчетности, будет способствовать повышению инвестиционной привлекательности и устойчивости лесного сектора России в условиях глобальной конкуренции.

Список источников

1. Федеральное агентство лесного хозяйства : [официальный сайт]. URL: https://rosleshoz.gov.ru (дата обращения: 15.10.2025).

2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году : государственный доклад. М. : Минприроды России, 2023. 686 с.

3. Группа «Илим» представила отчет об устойчивом развитии за 2022 год // Группа «Илим» : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RjyGS (дата обращения: 20.11.2025).

4. Старовойтов А. В., Фаттахов А. В., Ячменева Е. А. Оценка объемов вырубки леса с использованием данных дистанционного зондирования земли // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2021. Т. 163. С. 591–602.

Научная статья
УДК 004.056.53

ЗАЩИТА ОБЛАЧНЫХ ДАННЫХ: СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ, МЕТОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Исроил Бекович Исмоилов[1], Евгений Николаевич Щепеткин[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1, 2] evg0606@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются актуальные вопросы защиты данных в облачных инфраструктурах. Анализируются современные угрозы безопасности облачных сервисов (вычисления злоумышленников, программные уязвимости, неправильные конфигурации), методы защиты.

Ключевые слова: облачные вычисления, безопасность данных, резервное копирование, контроль доступа, искусственный интеллект

Для цитирования: Исмоилов И. Б., Щепеткин Е. Н. Защита облачных данных: современные угрозы, методы и рекомендации // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1154−1159.

Original article

CLOUD DATA PROTECTION: MODERN THREATS, METHODS, AND RECOMMENDATIONS

Isroil B. Ismoilov[1], Evgeny N. Shchepetkin[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1, 2] evg0606@mail.ru

Abstract. This article discusses current issues of data protection in cloud infrastructures. Modern threats to the security of cloud services (malicious calculations, software vulnerabilities, misconfigurations), and protection methods are analyzed.

Keywords: cloud computing, data security, encryption, backup, access control, artificial intelligence

© Исмоилов И. Б., Щепеткин Е. Н., 2026

For citation: Ismoilov I. B., Shchepetkin E. N. (2026) Zashhita oblachny`x danny`x: sovremenny`e ugrozy`, metody` i rekomendacii [Cloud data protection: modern threats, methods and recommendations]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1154–1159. (In Russ).

Облачные технологии стали неотъемлемой частью IT-инфраструктур современных организаций, обеспечивая гибкость и масштабируемость бизнеса. Вместе с тем рост доли данных в облаке сопровождается увеличением киберугроз. Так, по данным отраслевых отчетов, в 2024 г. 52 % компаний во всем мире фиксировали атаки на свои облачные среды (в России доля подобных инцидентов близка к глобальной). При этом методы атак постоянно эволюционируют: чаще всего злоумышленники стремятся получить несанкционированный доступ к облачным ресурсам (например, с помощью вредоносного ПО, эксплуатирующего уязвимости), а также используют сложные комбинированные приемы (например, атаки программ-вымогателей, фишинг для кражи учетных данных). Статья посвящена анализу этих угроз, описанию современных средств защиты (шифрования, бэкапов, контроля доступа), роли ИИ в обеспечении безопасности облака, а также практическим рекомендациям на основе инцидентов 2024–2025 гг. [1].

Облачные платформы подвержены множеству угроз, характерных как для традиционных ИТ-систем, так и специфичных для виртуальной среды. Наиболее распространенные из них:

– **неправильная конфигурация и отсутствие защиты.** Неправильные настройки облачных ресурсов (например, публично открытые хранилища данных S3) по-прежнему остаются серьезной уязвимостью. По оценкам Qualys, около 31 % хранилищ AWS S3 имеют публичный доступ, что ставит под угрозу данные пользователей. Плохо настроенные политики доступа позволяют злоумышленникам обнаруживать и эксплуатировать ресурсы через общедоступные сервисы (микросервисы, API, контейнеры и т. д.);

– **компрометация учетных данных.** Частой причиной атак является кража логинов и паролей от облачных аккаунтов. Если многофакторная аутентификация (MFA) не включена, злоумышленнику достаточно похищенного пароля для доступа к облачным ресурсам. Примером может служить масштабная атака на платформу Snowflake (облачное хранилище данных): злоумышленники использовали ранее украденные учетные данные без MFA, что позволило скомпрометировать более 160 клиентских инстансов Snowflake и похитить конфиденциальную информацию;

– **программы-вымогатели (Ransomware).** В 2024 г. частота атак с шифрованием корпоративных данных возросла. Так, в ноябре 2024 г. компания Schneider Electric подверглась атаке шифровальщика, выведшему из строя ее IT-системы и заблокировавшему доступ к данным. Аналогично промышленные предприятия сообщали о множественных атаках на инфраструктуру, связанных с отказом и похищением данных ради выкупа;

– **сетевая экспансия и IoT.** Многие промышленные объекты и предприятия расширяют свои сети, подключая к ним устройства Интернета вещей и системы OT. Это повышает поверхность атаки: при успешном проникновении в сеть через IoT-устройство злоумышленник может получить доступ к облачным сервисам предприятия;

– **человеческий фактор**. Социальная инженерия (фишинг, инсайдерские утечки) остается одной из главных причин компрометации данных. По исследованию SearchInform, в 2024 г. утечки данных происходили в 48 % опрошенных российских компаний (причем во многих случаях причиной были ошибки сотрудников). В облачных условиях это может проявляться через небезопасное хранение учетных данных или использование учетных записей с избыточными правами [2].

Анализ инцидентов показывает резкий рост кибератак на облачные окружения. Например, отчет CrowdStrike за 2024 г. фиксировал 75 %-е увеличение атак на облачные инфраструктуры и 110 %-й рост случаев использования именно облачных уязвимостей для проникновения в системы. Это подчеркивает актуальность постоянного мониторинга и защиты облака.

Эффективная защита данных в облаке базируется на многоуровневом подходе, включающем криптографические методы, надежное резервное копирование и жесткие политики доступа.

Выделяют несколько методов защиты информации:

– **шифрование данных**. Шифрование обеспечивает конфиденциальность информации как при передаче, так и при хранении. «Шифрование облачных данных – это процесс преобразования информации в нечитаемый формат, доступный только при наличии ключей дешифрования». Используются симметричные алгоритмы (например, AES) и асимметричные (RSA, ECC): первый обеспечивает быстрое шифрование больших объемов данных, второй – усиленную защиту при обмене ключами. Облачные провайдеры по умолчанию шифруют данные «на покое» (AES-256) и «в пути» (TLS). Для управления ключами применяются специализированные службы (KMS) и аппаратные модули HSM. Организации могут выбирать между ключами, управляемыми провайдером (упрощенный подход), и собственными ключами (CMK), что дает полный контроль над безопасностью;

– **резервное копирование**. Регулярное сохранение резервных копий критически важно для восстановления после потери данных (например, из-за ошибки, сбоя или ransomware). По экспертным оценкам, системы бэкапа «обеспечивают защиту информации от потери» и спрос на такие решения продолжает расти. Для облачных сред рекомендуется хранить резервные копии в отдельном сервисе или географически удаленно, использовать версионность и неизменяемые хранилища (immutable storage). Также важна автоматизация процесса и периодическое тестирование восстановления, чтобы гарантировать надежность резервных данных;

– **контроль доступа и управление привилегиями**. Не менее важно ограничивать доступ к облачным ресурсам (RBAC, least privilege) и использовать корпоративные системы управления идентификацией (IAM). Внедрение многофакторной аутентификации (MFA) и единого входа (SSO) позволяет существенно снизить риск компрометации аккаунтов. Как отмечают специалисты, «инструменты, такие как поддержка SSO и MFA, а также аудит-логи, позволяющие контролировать доступ к корпоративным данным и отслеживать действия сотрудников, повышают уровень защиты». Аудит и логирование операций в облаке (например, сервисов CloudTrail, CloudWatch) позволяют оперативно выявлять подозрительную активность и быстро реагировать на инциденты [3].

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) все активнее применяются в задачах кибербезопасности облака. Интеллектуальные системы анализируют большие объемы данных из облачных журналов и трафика, выявляя аномалии и инциденты быстрее человека. Например, современные платформы безопасности используют МО-модели, обученные на обширных наборах нормального поведения, чтобы автоматически обнаруживать нештатные события: «если ключ API используется из неожиданного региона или резко возрастает число вызовов API, такие системы обнаруживают и сигнализируют об этом администратору». Подходы AI-Driven Threat Detection (или AI-XDR) позволяют автоматически коррелировать данные из различных источников (логов, сетевого трафика, инцидентов) и выявлять скрытые признаки атаки, минимизируя время реакции.

Кроме того, ИИ используется для предиктивного анализа уязвимостей и формирования рекомендаций. Аналитики Gartner прогнозируют, что в ближайшие годы облачные стратегии будут в значительной степени основаны на ИИ (например, для оптимального распределения ресурсов и защиты данных). Многие провайдеры облаков внедряют встроенные ИИ-сервисы безопасности (IDS/IPS с ML, Cloud Intrusion Detection, автоматический анализ настроек – Cloud Security Posture Management и т. д.). В совокупности эти решения позволяют проводить «мониторинг в реальном времени» и быстрее обнаруживать угрозы, что особенно важно для облака из-за его динамичности [2].

Наиболее крупные инциденты последних лет демонстрируют типичные уязвимости в облачной безопасности:

– **массовые утечки через уязвимые сервисы.** В 2024 г. стало известно о масштабном инциденте со службой Snowflake: злоумышленники (группа UNC5537) получили доступ к множеству клиентских баз данных, воспользовавшись ранее похищенными логинами без MFA. В результате пострадали крупные компании (AT&T, Ticketmaster и др.), было похищено более 50 млрд телефонных записей и другой конфиденциальной информации. Основными причинами взлома стали отсутствие включенного MFA на учетных записях и неготовность к ограничению доступа (отсутствие сетевых «белых списков»);

– **атаки шифровальщиков на облачную инфраструктуру.** В мае 2024 г. немецкий производитель сельскохозяйственной техники Lemken столкнулся с кибератакой, из-за которой были приостановлены производственные процессы и заторможена обработка заказов. Аналогично, в ноябре 2024 г. атака программы-вымогателя парализовала IT-системы компании Schneider Electric и угрожала публикацией конфиденциальных данных при отказе от выкупа. Эти инциденты подчеркивают, что облачные сервисы не защищены от распространения шифровальщиков, особенно если отсутствуют офлайн-резервные копии и своевременное обнаружение атак;

– **неправильная конфигурация облачных ресурсов.** Часто причиной утечки данных становятся неустановленные обновления или ошибки настройки. Например, по данным Qualys, около 31 % бакетов AWS S3 остаются открытыми для публичного доступа, что может привести к экспонированию конфиденциальных файлов. Любые данные (ключи, резервные копии, данные пользователей), хранящиеся в таких открытых хранилищах, доступны злоумышленникам, что неоднократно приводило к инцидентам утечки персональной информации и коммерческой тайны;

– **компрометация учетных данных через социальную инженерию.** Фишинговые кампании и внутренние утечки (например, когда сотрудники передают учетные данные) остаются одной из ключевых причин взломов. Как показывает исследование SearchInform, почти половина компаний сталкивалась с утечками конфиденциальной информации за счет действий сотрудников. В облачном контексте это приводит к тому, что аккаунты с высокими правами могут быть скомпрометированы и злоумышленники получают доступ к облачным базам данных или администрированию сервисов [4].

Все эти примеры указывают на разнообразие и серьезность рисков: от технических ошибок до целевых атак. Статистика говорит об экспоненциальном росте подобных инцидентов: согласно аналитикам CrowdStrike, атаки, нацеленные именно на облачные инфраструктуры, выросли на 75 % в 2024 г.

Список источников

1. Бурсак А. Киберзащита на высоте // Ведомости : [сайт]. 2025. URL: https://clck.ru/3RXvDE (дата обращения: 22.10.2025).

2. Киреева О. Обзор рынка систем резервного копирования и восстановления данных // Anti-Malware : [сайт]. 2024. URL: https://clck.ru/3RXvPH (дата обращения: 22.10.2025).

3. UNC5537 Targets Snowflake Customer Instances for Data Theft and Extortion // Google Cloud : [website]. 2024. URL: https://clck.ru/3RXvbc (date of accessed: 22.10.2025).

4. Fortinet. What Is Cloud Encryption? How It Works & Use Cases // Fortinet : [website]. URL: https://clck.ru/3RXvtM (date of accessed: 22.10.2025).

Научная статья
УДК 336.67

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Алена Николаевна Кискина
Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
kiskinaan@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексной оценке предприятий лесного комплекса Свердловской области. Научная новизна заключается в апробации методики оценки финансовой устойчивости и кадрового потенциала на основе репрезентативной выборки с применением программного обеспечения.

Ключевые слова: финансовый анализ, data mining, лесопромышленный комплекс, финансовая устойчивость

Для цитирования: Кискина А. Н. Анализ финансового состояния лесопромышленного комплекса Свердловской области на основе методов многомерного анализа данных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1160−1165.

Original article

FINANCIAL CONDITION ANALYSIS OF THE FOREST INDUSTRY COMPLEX IN THE SVERDLOVSK REGION BASED ON MULTIDIMENSIONAL DATA ANALYSIS METHODS

Alyona N. Kiskina
Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
kiskinaan@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to a comprehensive assessment of enterprises in the forestry complex of the Sverdlovsk region. The scientific novelty lies in the testing of a methodology for assessing financial stability and human resource potential based on a representative sample by employing data mining software.

© Кискина А. Н., 2026

Keywords: financial analysis, data mining, forestry industry, financial stability

For citation: Kiskina A. N. (2026) Analiz finansovogo sostoyaniya lesopromy`shlennogo kompleksa Sverdlovskoj oblasti na osnove metodov mnogomernogo analiza danny`x [Financial condition analysis of the forest industry complex in the Sverdlovsk region based on multidimensional data analysis methods]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1160–1165. (In Russ).

Лесохозяйственный комплекс Свердловской области демонстрирует в последние годы противоречивую динамику: при общем росте выручки и прибыли сохраняются проблемы, связанные с финансовой устойчивостью и кадровым обеспечением. Данное исследование направлено на оценку финансового состояния и кадрового потенциала предприятий лесопромышленного комплекса региона.

Выборка организаций лесного комплекса была сформирована на основе данных сайта Rusprofile [1]. Для отбора использовались следующие критерии: статус «действующая», основной вид экономической деятельности (ОКВЭД) «Лесоводство и лесозаготовки», расположение в Свердловской области (Уральский федеральный округ).

Общее количество организаций, соответствующих этим критериям, составило 916, но только для 212 из них имелась в открытом доступе информация о выручке и другим финансовым показателям. На следующем этапе к данным 212 предприятиям были применены дополнительные критерии отбора (табл. 1), что позволило сформировать итоговую выборку для исследования в объеме 104 организации.

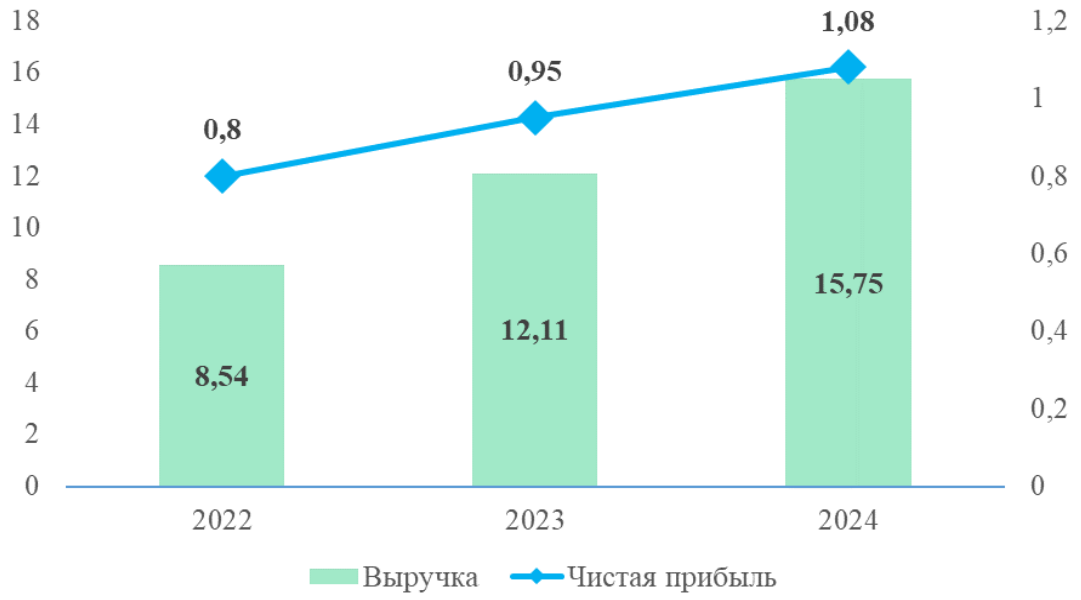
Таблица 1

Процедура формирования выборки организаций лесного комплекса

Страты (по выручке)	Число организаций в генеральной совокупности	Доля отбора, %	Число организаций в выборке
Средние (> 1 млрд руб.)	4	100 %	4
Малые (от 50 млн руб. до 1 млрд руб.)	48	100 %	48
Микропредприятия (< 50 млн руб.)	160	33 %	52
Итого	**212**	**50 %**	**104**

К организациям с выручкой в 2024 г., превышающую 1 млрд руб. относятся: ООО «Форест Пром Групп», ООО «Тура-Лес», ООО «СЭС» и ООО «Лесной Урал Лобва».

За рассматриваемый период (2022–2024 гг.) наблюдается положительная динамика ключевых финансовых показателей (рисунок). Выручка по исследуемым организациям увеличилась на 84,31 %, (с 8,54 млрд руб. до 15,75 млрд руб.) а чистая прибыль – на 35 % (с 0,80 млрд руб. до 1,08 млрд руб.).



Динамика ключевых финансовых показателей, млрд руб.

Для комплексной оценки финансового состояния предприятий рассчитаны основные показатели (коэффициент финансовой устойчивости, коэффициент автономии, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент финансового левериджа, норма чистой прибыли) с применением программного обеспечения Orange Data Mining. При расчетах использовалась защита деления на ноль для обеспечения корректности полученных результатов.

Дополнительно проведен анализ динамики показателей на основе расчета их медианных значений за период 2022–2024 годов (табл. 2), а также сведений, опубликованный на сайте Audit-it [2].

Большинство финансовых показателей соответствует или даже превышает медианные значения как по лесной отрасли, так и в целом по всем отраслям в РФ. Значение коэффициента автономии (от 0,43 до 0,44) оставалось неизменным на протяжении всего рассматриваемого периода и превышает медианный уровень по РФ за 2023 г. (0,37), что свидетельствует о значительной доле собственного капитала в структуре баланса. Позитивную динамику демонстрирует коэффициент финансовой устойчивости,

который вырос до 0,60 в 2024 г., после незначительного спада. Данная тенденция указывает на снижение зависимости от краткосрочных заемных средств.

Таблица 2

Динамика основных финансовых показателей предприятий лесного комплекса Свердловской области за период 2022–2024 гг.

Показатели	2022	2023	2024	Медианные значения за 2023 г. на основе данных сайта Audit-it	
				Лесная отрасль, РФ	Все отрасли, РФ
Коэффициент финансовой устойчивости	0,59	0,56	0,60	–	–
Коэффициент автономии	0,44	0,44	0,43	0,40	0,37
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,27	0,26	0,28	0,23	0,26
Коэффициент финансового левериджа	0,70	0,71	0,58	0,55	0,82
Норма чистой прибыли, %	9,93	5,87	7,22	2,9	3,2

Коэффициент финансового левериджа продемонстрировал значительное улучшение в 2024 г. (с 0,71 до 0,58), что указывает на снижение зависимости от заемных источников и соответственно уменьшение финансовых рисков. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (0,26…0,28) превышает медианное значение по лесной отрасли в 2023 г. (0,23), что показывает способность организаций финансировать текущую деятельность за счет собственных источников.

Норма чистой прибыли находится в диапазоне от 5,87 % до 9,93 %, что превышает медианные значения за 2023 г. как по лесной отрасли, так и в целом по РФ.

Выводы, сделанные для совокупной выборки, требуют верификации. Для этого рассчитаны основные финансовые показатели за 2024 г. в разрезе организаций, сгруппированных по объему выручки (табл. 3).

Проведенный анализ выявил неоднородность выборки. Средние компании сочетают высокий показатель рентабельности (8,26 %) с дефицитом собственных оборотных средств и высокой зависимости от заемных источников. Малые предприятия демонстрируют показатели близкие к медианным, но имеют наименьшее значение нормы чистой прибыли (5,27 %). Микропредприятия характеризуются наилучшим значением коэффициента финансового левериджа (0,12), что указывает на финансирование текущей деятельности преимущественно за счет собственных средств.

Таблица 3

Финансовые показатели предприятий лесного комплекса
Свердловской области за 2024 г.

Показатели	Группа организаций по выручке		
	Средние (> 1 млрд руб.)	Малые (от 50 млн руб. до 1 млрд руб.)	Микропредприятия (< 50 млн руб.)
Коэффициент финансовой устойчивости	0,63	0,54	0,63
Коэффициент автономии	0,32	0,43	0,47
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	–0,73	0,26	0,42
Коэффициент финансового левериджа	2,14	1,06	0,12
Норма чистой прибыли, %	8,26	5,27	9,20

Следующим этапом анализа стало изучение кадрового потенциала предприятий лесного комплекса Свердловской области. Полученные данные о средней численности и среднемесячной заработной платы за 2022–2024 гг. представлены в табл. 4. Значения среднемесячной заработной платы по региону приведены по данным Росстата [3].

Таблица 4

Анализ кадрового потенциала предприятий лесного комплекса
Свердловской области за период 2022–2024 гг.

Показатели	2022	2023	2024
Сведения о среднесписочной численности, чел.			
Итого по выборке среди организаций лесного комплекса Свердловской области, в том числе:	20,73	23,74	24,17
объем выручки свыше 1 млрд руб.;	170,25	296,00	324,75
выручка от 5 млн руб. до 1 млрд руб.;	39,80	32,49	21,17
выручка менее 50 млн руб.	4,27	4,07	3,75
Среднемесячная заработная плата, руб.			
Итого по выборке среди организаций лесного комплекса Свердловской области, в том числе:	35 511,10	44 387,40	52 577,70
объем выручки свыше 1 млрд руб.;	48 364,40	51 661,40	65 880,20
выручка от 5 млн руб. до 1 млрд руб.;	36 837,50	43 145,80	39 648,10
выручка менее 50 млн. руб.	24 856,90	28 885,00	29 936,80
Среднемесячная зарплата по Свердловской области	55 307,60	64 996,80	79 078,70

Общий рост численности персонала по выборке (на 3,44 человека или 16,6 % за три года) обеспечен исключительно увеличением сотрудников на средних предприятиях (практически в два раза). При этом на малых предприятиях наблюдается значительное сокращение численности штата. Отдельного внимания заслуживает уровень заработной платы. Несмотря на устойчивый рост, отраслевые доходы остаются ниже среднеобластного уровня. При этом зарплаты в малом бизнесе, который теряет кадры, вдвое уступают оплате труда на средних предприятиях, что усугубляет кадровый дисбаланс.

Проведенный анализ предприятий лесопромышленного комплекса Свердловской области выявил существенный дисбаланс в развитии среднего и малого бизнеса. Средние предприятия демонстрируют высокую рентабельность, но обременены значительной долговой нагрузкой. Малые компании, напротив, имеют низкую рентабельность и сталкиваются с оттоком кадров из-за неконкурентной зарплаты. При этом даже на средних предприятиях уровень оплаты труда остается значительно ниже среднерегионального, что является ключевой проблемой отрасли.

Список источников

1. Rusprofile : [сайт]. URL: https://www.rusprofile.ru/ (дата обращения: 08.11.2025).

2. Сравнение финансового состояния фирмы с отраслевыми показателями и конкурентами // Audit-it : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RaQWj (дата обращения: 15.11.2025).

3. Рынок труда, занятость и заработная плата // Росстат : [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries/ (дата обращения: 15.11.2025).

Научная статья
УДК 69.0001.5

ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ОСТРОВОВ В ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Софья Игоревна Кузнецова[1], Оксана Николаевна Новикова[2]
[1, 2] Уральский Государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] sofi2001snz@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной работе проведен историко-культурный анализ технологии создания искусственных островов, проанализированы функциональные задачи их применения.

Ключевые слова: искусственный остров, технологии, задачи

Для цитирования: Кузнецова С. И., Новикова О. Н. Историко-культурный анализ создания и применения насыпных островов в ландшафтном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1166–1170.

Original article

HISTORICAL AND CULTURAL ANALYSIS OF THE CREATION AND USE OF ARTIFICIAL ISLANDS IN LANDSCAPE CONSTRUCTION

Sofia I. Kuznetsova[1], Oksana N. Novikova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] sofi2001snz@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Abstract. This paper provides a historical and cultural analysis of the technology used to create artificial islands, as well as an analysis of the functional objectives of their application.

Keywords: artificial island, technologies, tasks

For citation: Kuznetsova S. I., Novikova O. N. (2026) Istoriko-kul`turny`j analiz sozdaniya i primeneniya nasy`pny`x ostrovov v landshaftnom stroitel`stve

© Кузнецова С. И., Новикова О. Н., 2026

[Historical and cultural analysis of the creation and use of artificial islands in landscape construction]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of young to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1166–1170. (In Russ).

Географическое понятие «культурный ландшафт» основательно закрепилось в садово-парковом искусстве и смежных направлениях хозяйственной деятельности человека, оказывающих влияние на изменения природной среды. Одним из рукотворных участков суши являются насыпные острова, созданные человеком путем намыва грунта, песка или внесением других материалов для жизнедеятельности, работы или организации досуга, предполагающие кроме создания искусственной суши постройки, дренажные системы, террасы, зоны отдыха, комфортные дороги и др. технико-технологические объекты. Несмотря на достаточно весомый список известных насыпных искусственных островов, технология проектирования, специфика их эксплуатации и организации недостаточно освещены в научной литературе. Поэтому целью работы является историко-культурный анализ создания и применения насыпных островов в России и мировой практике.

Для решения выше поставленной задачи применялся анализ научных и нормативных источников, интернет-ресурсов, а также структурно-функциональный, оценочный и культурологический метод. Обращение к справочной литературе позволило уточнить значение понятия искусственный остров. Так, Горная энциклопедия фиксирует, что это «стационарное гидротехническое сооружение на открытой акватории, построенное из донных и береговых грунтов, естественного и искусственного льда, обломков скал, камня и т. п.» [1]. В Законодательном акте Российской Федерации данное понятие утверждается как «стационарно закрепленные объекты в соответствии с проектной документацией на их создание, по месту расположения во внутренних морских водах, в территориальном море Российской Федерации объекты (искусственно сооруженные конструкции), имеющие намывное, насыпное, свайное и (или) иные не плавучие опорные основания, выступающие над поверхностью воды при максимальном приливе» [2].

Из научных работ Дункана Гарроу (Duncan Garrow), Фрэйзера Стюарта (Fraser Sturt) и Анжелы Ганнон (Angela Gannon) было получено много информации о кранногах, их основных функциях и об особенностях строения этих сооружений. Анализ данных работ позволяет утверждать, что кранноги являются наиболее старыми и известными в культурной практике искусственными островами. Кранног – это частично или полностью искусственный остров, построенный на реке, озере или в морском заливе,

часто используемый для жилья и соединенный с берегом каменным или деревянным мостом. Было установлено, что данные искусственные сооружения применяются еще с 3800 г. до н. э. в Шотландии и Ирландии. Технически кранноги представляют собой установленные на сваях деревянные платформы, располагающиеся на мелководье. Свое название технология получает от ирландского “crann”, что означает дерево.

На данных деревянных площадках строились жилища из бревен или насыпных камней, осуществлялась фермерская деятельность, велась торговля и устраивались ритуальные действия, праздничные гуляния для жителей прибрежных земель. Данные искусственные острова позволяли ограничить доступ чужим (с VIII в. до н. э. и до начала I в. н. э.), мигрантам, хлынувшим из континентальной Европы, благодаря обнесенному частоколом периметру и узкой дороге, ведущей к суше. Также на данных искусственных платформах организовывались фермы, где выращивался скот, и велась хозяйственная деятельность. Позднее в эпоху средневековья на искусственных островках, располагающихся в болотистой местности, находили убежище опальные лорды, маргинальные группы, религиозные фанатики, монахи-отшельники и кузнецы по металлу, ограничивающие доступ к своим технологиям.

Современные археологические исследования констатируют наличие более 1200 неолитических и более поздних памятников – кранногов в Ирландии, описывают технически и технологически наличие 347 искусственных островов в Шотландии, используемых в хозяйственной деятельности человека, вплоть до средневековой эпохи. Сегодня с культурно-просветительской целью реконструированы несколько кранногов на шотландском озере Лох-Тей и в Краггауновене (Ирландия), позволяющие понять и освоить специфику жизнедеятельности озерных людей прошлого (особенности добывания огня, ковка металлов, строительные техники, обустройство жилища, огородные работы и рыболовные техники) [3, 4]. Установлено, что технологии кранногов применялись практически вплоть до XVII в., постепенно уступая место насыпным островам. В первую очередь это связано с тем, что при создании кранногов зачастую использовалось дерево – материал не долговечный и подверженный гниению.

В настоящее время человек спроектировал и построил множество искусственных островов или использовал некоторые традиционной техники проектирования кранногов (Венеция в Италии, Санкт-Петербург в России, «Пальмовые острова» в ОАЭ и другие объекты). Самым первым искусственным островом в России считается о. Черепахи, насыпанный на отмели перед Таганрогской гаванью со стороны Керченского пролива в начале XVIII столетия (1701–1706 гг.) для оборонительных целей. Под руководством Матвея Симонта (Маттео), итальянского инженера, приглашенного Петром I, в море погружали ряжи (деревянные ящики, наполненные каменными глыбами), скрепленные друг с другом известко-

вым раствором. В результате был получен искусственный остров, размером 59×37,5 м, возвышающийся на полтора метра над уровнем моря, где изначально установили пушки, а затем сделали таможенную заставу (1746 г.). В последней четверти XVIII в. форт Таганрога потерял свое военно-стратегическое значение, но на искусственном острове был установлен маяк, функционирующий плоть до начал XX столетия. Строительные технологии, применяемые при сооружении и для функционирования данного морского форта, послужили прообразом будущих фортификационных сооружений Кронштадта, таких как форт Кроншлот, «Император Александр I» (Чумный остров), «Граф Милютин» и другие. Сегодня о. Черепахи имеет статус охраняемого государством памятника архитектуры Ростовской области, а его название закрепилось благодаря схожести остатков берегового мыса острова с гигантской морской черепахой.

Позднее схожие технологии строительства применялись при сооружении искусственного Первомайского острова в Черном море, используемого для размещения артиллерийской батареи, охраняющего путь в Днепро-Бугский лиман, затем в советский период служившего центром подготовки морских десантников [4].

Известность получили насыпные острова, изначально предполагающие кроме утилитарной еще и декоративную функцию – о. Подкова (XVIII в.), располагающийся неподалеку от Царицынской плотины, предназначенный для гнездования водоплавающих птиц, кормления и разведения рыб и используемый, как водный лабиринт для катающихся на лодках по Царицынскому пруду. Сегодня на территории данного острова установлен и функционирует светомузыкальный фонтан.

Также на территории Петергофа в Колонистском парке возведены два искусственных острова – Царицын и Ольгин, созданные по распоряжению Николая I в 40-е гг. XIX столетия в честь дочери императора, княгини Ольги Николаевны. Данные искусственные острова сооружались в стиле «помпейской» виллы, для чего изначально было осушено болото, затем вырыт большой проточный пруд, земля которого использовалась для остова островов. На территории островов были построены знаменитые Царицын и Ольгин павильоны, оформленные в античном стиле, украшенные произведениями античного и ренессансного искусства [5].

На сегодняшний день построены и функционируют тысячи насыпных островов, используемых с разными целями. Самым ярким примером являются «Пальмовые острова» в ОАЭ, как искусственный архипелаг, нивелирующий *вопросы территориальной недостаточности*, *расширяющий возможности инфраструктуры* для развития промышленного производства, гостиничного дела, туризма, транспортной системы. Технологии насыпных островов используют *для защиты от природных явлений* (о. Лебяжий на р. Сена в Париже в качестве дамбы; о. Донауинзель на р. Дунай в Вене для защиты от наводнения; о. Линеттхольм в Дании, обеспечивающий

защиту Копенгагена от повышения уровня моря и штормовых ветров), *обеспечения недостающих территорий* (серия проектов «Великая песчаная стена» в КНР; искусственный пляж Лазарус в Сингапуре), *захоронения мусора и отходов производства* (о. Тилафуши, городская свалка аттола Северный Мале, на Мальдивах; Эйссейлог – хранилище токсичного шлама в Нидерландах) и др.

Все вышеизложенное позволяет обобщить, что искусственный остров как гидротехническое сооружение, способствует увеличению и развитию инфраструктуры, обеспечивающей экономическую жизнедеятельность современного человека, решая проблемы перенаселения, но необратимо меняет сложившуюся природную экосистему, повышая риски возникновения непредсказуемых стихийных бедствий, цунами, поднятия уровня моря, и требует больших как природных, так и социально-экономических вложений.

Список источников

1. Искусственный остров // Горная энциклопедия : [сайт]. URL: http://www.mining-enc.ru/i/iskusstvennyj-ostrov (дата обращения: 01.11.2025).

2. Статья 4.1. Искусственные острова, установки и сооружения во внутренних морских водах и в территориальном море Российской Федерации // Судебные и нормативные акты РФ : [сайт]. URL: https://sudact.ru/law/federalnyi-zakon-ot-31071998-n-155-fz-o/glava-i/statia-4.1 (дата обращения: 01.11.2025).

3. Garrow D., Sturt F. Neolithic crannogs : Rethinking settlement, monumentality and deposition in the Outer Hebrides and beyond // Antiquity. 2019. № 93 (369). P. 664–684.

4. Neolitic Crannogs in the Outer Hebrides (and Beyond) : Synthesis, Survey and Dating / S. Blankshein, A. Gannon, D. Garrow, F. Sturt // Proceeding of the Prehistoric Society. 2023. № 89. P. 225–247.

5. Иванов А. Н., Кобзева Ю. А. Географические аспекты создания искусственных островов // Геосистемы Северо-Восточной Азии : природа, население, хозяйство территорий. Владивосток, 2021. С. 234–238.

Научная статья
УДК 712.25

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОДА ТЕРМИНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Арина Артемовна Кузьмина[1], Эльвира Тимофеевна Костоусова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] arina_kuzmina_03@internet.ru
[2] kostousovaet@m.usfeu.ru

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию проблем понимания терминологии английского языка в сфере ландшафтной архитектуры. Целью статьи является попытка разобраться в причине подобных явлений и определение основных проблем, связанных с переводом слов, которые не встречаются в разговорной речи.

Ключевые слова: терминология, ландшафтная архитектура, английский язык

Для цитирования: Кузьмина А. А., Костоусова Э. Т. Проблемы перевода терминологии в сфере ландшафтной архитектуры на английский язык // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1171–1175.

Original article

PROBLEMS OF TRANSLATING TERMINOLOGY IN THE FIELD OF LANDSCAPE ARCHITECTURE TO ENGLISH

Arina A. Kuzmina[1], Elvira T. Kostousova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] arina_kuzmina_03@internet.ru
[2] kostousovaet@m.usfeu.ru

Abstract. This article is devoted to the research of the problems of understanding English terminology in the field of landscape architecture. The purpose of the article is to try to understand the cause of such phenomena and identify the main problems associated with the translation of words that are not found in colloquial speech.

Keywords: terminology, landscape architecture, English language

© Кузьмина А. А., Костоусова Э. Т., 2026

For citation: Kuzmina A. A., Kostousova E. T. (2026) Problemy` perevoda terminologii v sfere landshaftnoj arxitektury` na anglijskij yazy`k [Problems of translating terminology in the field of landscape architecture to English]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1171–1175. (In Russ).

В настоящее время английский язык является основным средством межкультурного общения и занимает особую роль в научной среде. Однако несмотря на то, что английский язык стал универсальным средством коммуникации, не редки случаи, когда возникают трудности с пониманием и точным переводом тех или иных терминов, профессиональных слов, используемых в работе или науке. Сфера ландшафтного строительства не стала исключением. Некорректное восприятие или применение терминов может иметь негативные последствия для качества проектных решений.

Основным в сфере ландшафтного дизайна на сегодняшний день является экологичность, уют и благоприятная окружающая среда [1]. Огромную роль играет ботаника, дендрология, биология. Перевод слов, употребляемых в сфере ландшафтного дизайна на английский язык, требует внимания к деталям и знания специфических терминологических единиц [2].

Большое преимущество в этом вопросе получают люди, знающие английский и умеющие на нем говорить, читать и писать. Для них нет такой преграды, как языковой барьер, или он просто представляет для них небольшую трудность. Даже встреченное незнакомое слово легко находит свое значение. Для это достаточно лишь понять контекст предложения, действия или обозначения того или иного предмета. В этом могут помочь знакомые и более простые слова, если речь идет о тексте. Когда же все происходит в действительности, на помощь всегда могут прийти коллеги с более точным разъяснением, а также можно воспользоваться онлайн переводчиком.

Но как раз в этом и может заключаться основная проблема всех, кто не владеет английским языком. Начнем с того, что в каждом языке существуют слова, имеющие несколько значений. Английский не стал исключением. В зависимости от выбора онлайн переводчика значение слов может не только немного измениться, но и кардинально поменяться. Кроме того, одно слово может иметь несколько значений и вариантов письма и произношения. Базовых слов, таких как лес, солнце или дерево, это нисколько не касается. Эти слова, как и многие другие, давно уже вошли в повседневную речь и могут упоминаться по несколько раз на дню. Но что касается слов, которые используются в более узких кругах? Такие

люди как ученые, специалисты в области ландшафтной архитектуры и простые садовники обязаны иметь богатый словарный запас, знать много сложных терминов и уметь грамотно использовать их в разговорной речи.

В таблице представлены сравнения терминов, переводимых разными переводчиками.

Сравнение переводов терминов из сферы ландшафтной архитектуры

На русском	Яндекс переводчик	Google переводчик	Переводчик мультитран
Дренажная канава	Drainage ditch	Drainage ditch	Drainage ditch
Влагозарядное	Moisture retention	Moisture-replenishing	Water supply irrigation
Капельный полив	Drip irrigation	Drip irrigation	Drip watering
Уход за зелеными насаждениями	Geen plant care	Maintenance of green spaces	Green planting management
Озеленение	Greening	Landscaping	Planting of greenery
Благоустройство	Landscaping	Improvement	Redevelopment
Реконструкция	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction
Цветник	Flower garden	Flower garden	Flower garden
Рекультивируемая территория	Recultivated area	Reclamation area	Reclamation area
Рокарий	Rock garden	Rock garden	Rockery
Альпийская горка	Alpine hill	Alpine slide	Alpine rock garden
Каменистый сад	Rock garden	Rock garden	Rock garden
Ландшафтная картина	Landscape painting	Landscape painting	Landscape
Видовая точка	Viewpoint	Visual point	Vista point
Экологизация	Ecologization	Greening	Environmentalization
Прополка	Weeding	Weeding	Weeding
Мульча	Mulch	Mulch	Mulch
Геопластика	Geoplastics	Geoplastics	Landforming
Габион	Gabion	Gabion	Gabion
Солитер	Tapeworm	Solitaire	Solitaire
Зеленое насаждение	Green space	Green space	Green space

Чтобы понять какой онлайн переводчик наиболее достоверен и точен в переводе слов, было проведено небольшое исследование. Для сравнения было взято двадцать два термина, которые наиболее часто используются в употреблении людьми, напрямую связанными со сферой ландшафтной архитектуры, то есть самими ландшафтными архитекторами и их коллегами.

В таблице представлены значения терминов на английском языке, которые были переведены с помощью трех разных онлайн переводчиков,

двое из которых являются одними из самых популярных. Один из них – это Google переводчик, пользующийся огромным спросом по всему миру. Он поддерживает текстовый перевод на 249 языков, распознает речь на 70-ти языках и переводит на 94 языка с помощью камеры. К нему обращаются за помощью в основном люди, пользующиеся услугами Google как основной сетью для выхода в интернет.

В России наиболее популярным в этом плане является Яндекс переводчик. На сегодняшний день он поддерживает перевод 107 языков. Как и Google переводчик он поддерживает перевод и распознавание текста с помощью речи текста и камеры. Однако в первую очередь Яндекс переводчик ориентирован на работу с наиболее популярными языками в России и странах СНГ [3]. К таким языкам можно с легкостью отнести языки коренных и малочисленных народов России.

Переводчик мультитран менее известен и популярен в использовании, чем два предыдущих. Однако в отличие от них, мультитран использует собственный, постоянно обновляемый словарь и не требует постоянного подключения к интернету [4]. Также он обладает некоторым рядом весомых преимуществ: показывает на одном экране все существующие переводы слова и примеры его использования в словосочетаниях; позволяет посмотреть список фраз, в которых используется выбранное слово, все фразы рассортированы по темам [4]. Благодаря этому пользователь может посмотреть множество вариантов перевода слов и научных терминов в зависимости от контекста и сферы деятельности.

Сравнив то, как эти онлайн переводчиками перевели подобранные термины, можно заметить некоторые отличия в их переводах. Практически половина терминов, такие как «дренажная канава», «капельный полив», «цветник», «рекультивируемая территория», «каменистый сад», «прополка», «мульча», «геопластика» и «габионы» была переведена одинаково. С другими словами будет несколько сложнее.

У терминов «влагозарядное» и «солитер» совпадает перевод только в двух вариантах из трех. Особое внимание хочется уделить слову «солитер». В сфере ландшафтной архитектуры и зеленения оно обозначает одиноко стоящее дерево. Поэтому при переводе невольно возник вопрос: понимает ли онлайн переводчик значение этого слова? Google переводчик и переводчик мультитран перевели слово идентично, а Яндекс переводчик предложил в качестве перевода слово “tapeworm”, которое используют для обозначения ленточных червей. Это сбивает с толку. Но дело в том, что Яндекс переводчик перепутал слово «солитер» со словом «солитёр», которое и обозначает ленточного червя. Из-за одной буквы значение слова кардинально поменялось. Это даже не является ошибкой человека, решившего перевести данный термин.

У оставшихся терминов («влагозарядное», «уход за зелеными насаждениями», «озеленение», «благоустройство», «альпийская горка»,

«ландшафтная картина», «видовая точка», «экологизация») перевод в каждом из переводчиков разный. Теперь начинается путаница в переводе слов. Определить какой из переводов наиболее достоверен и точен становится труднее. У некоторых перевод практически одинаковый, разняться лишь окончания или приставки, иногда целое слово. Это видно на примере терминов «ландшафтная картина», «видовая точка». У первого термина неизменным остается слово “landscape”, что значит ландшафтный. Во втором случае не меняется слово “point”, переводимое как точка. Такие слова, как «рокарий» и «каменистый сад», можно спутать. К с оставшимся словам придется применить усилие, чтобы найти наиболее подходящий перевод.

Стоит заметить, что термин «зеленое насаждение», практически ежедневно употребляемое в речи ландшафтного архитектора и используемое в различного рода документации, все три онлайн переводчика перевели неправильно. “Green space” в данном случае означает «зеленое место», то есть пространство, которое засадили деревьями или кустарниками. Такой перевод является неверным, так как меняет саму суть и понятие термина. Вместо слова “space” будет лучше употребить “plant”, обозначающее растение, или использовать конкретные слова, как дерево или кустарник, “trees or shrub”.

Исходя из всего вышеперечисленного и отвечая на заданный в начале вопрос, можно сделать вывод, что главная проблема с пониманием особенностей терминологии на английском языке в сфере ландшафтной архитектуры заключена в отсутствии единого перевода большинства терминов. Из-за ошибок, допускаемых при отсутствии точного и достоверного перевода слов и всевозможных терминов, возникает путаница. Для лучшего понимания информации, особенно такой специфичной и уникальной, специалисту в области ландшафтной архитектуры необходимо проверять перевод в нескольких переводчиках, хотя на примере нескольких слов даже такой метод не всегда срабатывает, что еще сильнее усугубляет проблему понимания терминологии.

Список источников

1. Шор Г. А., Галиуллина А. Р. Роль английского языка в международном сотрудничестве ландшафтных архитекторов // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 3 (88). С. 414–416.

2. Кужман Д. В. Особенности перевода литературы по ландшафтному дизайну // Молодой ученый. 2024. № 21 (520). С. 401–404.

3. Фирсов Д., Гаджиева Э., Почтаренко Д. 10 лучших онлайн-переводчиков: проверенные сервисы для работы путешествий // Hi-Tech Mail : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RacCE (дата обращения: 26.11.2025).

4. Мультитран // FreeSoft : [сайт]. URL: https://clck.ru/3RacQN (дата обращения: 26.11.2025).

Научная статья
УДК 338.1:658

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Виктория Владимировна Носач[1], Никита Валерьевич Четвериков[2], Татьяна Львовна Безрукова[3]
[1–3] Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] victorianosach04@gmail.com
[2] nik_chet@mail.ru
[3] bezrukova_t_l@mail.ru

Аннотация. В статье определена роль цифровых технологий в повышении эффективности использования лесных ресурсов, оптимизации производственных процессов, снижении издержек и обеспечении прозрачности цепочек поставок. Отмечается влияние цифровизации на экологическую ответственность и региональное развитие.

Ключевые слова: лесной комплекс, цифровизация, экономические факторы, устойчивое развитие

Для цитирования: Носач В. В., Четвериков Н. В., Безрукова Т. Л. Экономические факторы развития лесного комплекса в условиях цифровизации // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1176–1179.

Original article

ECONOMIC FACTORS OF THE FOREST COMPLEX DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

Victoria V. Nosach[1], Nikita V. Chetverikov[2], Tatiana L. Bezrukova[3]
[1–3] Voronezh State University of Forest Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] victorianosach04@gmail.com
[2] nik_chet@mail.ru
[3] bezrukova_t_l@mail.ru

Abstract. The article defines the role of digital technologies in increasing the efficiency of forest resource use, optimizing production processes, reducing

© Носач В. В., Четвериков Н. В., Безрукова Т. Л., 2026

costs, and ensuring supply chain transparency. The impact of digitalization on environmental responsibility and regional development is noted.

Keywords: forest complex, digitalization, economic factors, sustainable development

For citation: Nosach V. V., Chetverikov N. V., Bezrukova T. L. (2026) E`konomicheskie faktory` razvitiya lesnogo kompleksa v usloviyax cifrovizacii [Economic factors of the forest complex development in the conditions of digitalization]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1176–1179. (In Russ).

Развитие лесного комплекса в последние годы все заметнее связано с внедрением цифровых технологий. Если раньше основное внимание уделялось увеличению объемов заготовки и снижению производственных издержек, то сегодня акцент постепенно смещается на новые экономические механизмы, которые появляются вследствие цифровой трансформации отрасли [1]. Лесной комплекс, будучи важной частью национальной экономики, сталкивается с необходимостью не только модернизировать материально-техническую базу, но и перестраивать экономические процессы, ориентируясь на новые условия.

Одним из ключевых экономических факторов, определяющих динамику развития отрасли, становится повышение эффективности использования природных ресурсов [2]. Цифровые методы учета и контроля позволяют более точно рассчитывать объем доступной древесины, планировать хозяйственную деятельность и снижать потери, которые раньше возникали из-за неточных данных. Современные системы дистанционного мониторинга помогают оперативно реагировать на изменения в лесном фонде, что позволяет предприятиям более рационально распределять затраты и снижать неопределенность, связанную с природными рисками. Таким образом, цифровизация опосредованно повышает экономическую отдачу от каждого участка лесного массива [3].

Важным фактором выступает и оптимизация производственных процессов. Технологическое обновление оборудования – от техники лесозаготовки до систем переработки – сопровождается внедрением цифровых модулей, которые помогают отслеживать состояние механизмов, контролировать расход топлива, планировать ремонты. Все это способствует снижению эксплуатационных затрат и уменьшению количества простоев. Кроме того, автоматизация отдельных операций приводит к росту производительности труда, что, в свою очередь, напрямую влияет на себестоимость продукции и общую экономическую устойчивость предприятий.

Существенное значение приобретают и логистические аспекты. Лесная отрасль традиционно сталкивается с большими транспортными расходами из-за удаленности лесных ресурсов [4]. Благодаря цифровым инструментам стало возможно более точно планировать маршруты, контролировать движение транспорта и оперативно перераспределять ресурсы при изменении производственной ситуации. Снижение логистических издержек усиливает конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках, особенно в сегменте глубокой переработки.

Помимо этого, цифровизация способствует повышению прозрачности всей цепочки создания стоимости. Электронные системы учета древесины позволяют отслеживать происхождение сырья, документировать операции и предотвращать незаконные заготовки. Это особенно важно сейчас, когда требования к экологической ответственности и сертификации становятся все строже [5]. Компании, которые могут доказать, что работают законно и бережно относятся к природе, получают преимущества на международных рынках, где такие правила уже стали нормой. Поэтому цифровые технологии создают новый экономический стимул – доступ к более выгодным направлениям торговли.

Отдельно стоит отметить и инвестиционную сторону. Внедрение цифровых решений часто требует крупных затрат. Но те предприятия, которые решаются на такие изменения, становятся более интересными для инвесторов, так как их работа становится понятнее и стабильнее, а риски – ниже. Рост инвестиций затем приводит к обновлению оборудования, развитию переработки и расширению выпускаемой продукции. То есть цифровизация и рост вложений усиливают друг друга и создают общий положительный экономический эффект.

Однако наряду с положительными факторами существуют и определенные экономические ограничения. Одним из наиболее заметных можно назвать высокую стоимость цифровой инфраструктуры, особенно в удаленных лесных регионах. Надежность связи, качество интернет-подключения и доступность квалифицированных кадров напрямую влияют на затраты предприятий при внедрении современных технологий. Для небольших организаций такие расходы нередко становятся слишком высокими, что создает риск технологического отставания внутри отрасли.

Отдельный аспект связан с влиянием цифровых изменений на развитие регионов. Лесной комплекс во многих субъектах страны является значимой частью экономики, поэтому внедрение новых технологий неизбежно отражается на структуре занятости. Одни специальности теряют актуальность, тогда как другие начинают пользоваться повышенным спросом. Это, в свою очередь, влияет на уровень доходов населения

и устойчивость региональной экономики. По этой причине процессы цифровизации лесного комплекса должны сопровождаться мерами государственной поддержки, направленными на снижение социальных рисков и обеспечение сбалансированного развития отрасли.

В целом цифровая трансформация формирует комплекс экономических условий, определяющих дальнейшее развитие лесного сектора. К ключевым результатам можно отнести более рациональное использование ресурсов, снижение издержек, повышение производительности труда и усиление прозрачности рыночных процессов.

Вместе с тем успех цифровизации во многом зависит от того, насколько предприятия смогут адаптироваться к новым условиям и насколько своевременно будет организована инфраструктурная и кадровая поддержка отрасли.

Таким образом, цифровизация становится не просто технологическим трендом, а важным экономическим инструментом, открывающим новые возможности для модернизации лесного комплекса. Она способствует повышению его конкурентоспособности, укреплению устойчивости и созданию условий для долгосрочного развития. Экономические факторы, формирующиеся в результате внедрения цифровых решений, позволяют отрасли более эффективно использовать свои ресурсы и занимать более стабильные позиции как на национальном, так и на мировом рынке.

Список источников

1. Аникин В. А. Экономические аспекты модернизации лесного хозяйства. М. : Лесная индустрия, 2020. 214 с.

2. Безрукова Т. Л., Кувшинова О. В., Миколюк В. В. Интеграция цифровых инструментов в стратегическое планирование предприятий // Проблемы экономики, организации и управления в России и мире : материалы XXXIX международной научно-практической конференции. Прага, Чешская Республика, 2025. С. 9–11.

3. Баранов И. П. Цифровая трансформация природных ресурсов: концепции и инструменты // Экономика и управление. 2021. № 6. С. 45–52.

4. Иноземцев А. М. Цифровые решения в логистике лесопромышленного комплекса. Екатеринбург : УрФУ, 2021. 156 с.

5. Морозова Е. В. Обеспечение устойчивого развития лесного хозяйства в условиях цифровизации экономики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2022. № 8. С. 110–120.

Научная статья
УДК 338.45

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

Зарема Назимовна Османова[1], Олеся Тимуровна Хамраева[2], Ирина Станиславовна Зиновьева[3]
[1–3] Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[1] osmanovazarema86@gmail.com
[2] hamraevaolesa3@gmail.com
[3] zinovirs@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности лесного комплекса России в контексте развития экономики замкнутого цикла. Подчеркивается необходимость системного управления отходами, рассмотрены производственные направления, позволяющие повысить ресурсную эффективность и снизить экологические риски.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, лесной комплекс, отходы древесины, переработка

Для цитирования: Османова З. Н., Хамраева О. Т., Зиновьева И. С. Особенности лесного комплекса в контексте развития экономики замкнутого цикла // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1180−1184.

Original article

FEATURES OF THE FOREST COMPLEX IN THE CONTEXT OF THE CIRCULAR ECONOMY DEVELOPMENT

Zarema N. Osmanova[1], Olesya T. Khamraeva[2], Irina S. Zinovieva[3]
[1–3] Voronezh State University of Forest Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia
[1] osmanovazarema86@gmail.com
[2] hamraevaolesa3@gmail.com
[3] zinovirs@mail.ru

Abstract. This article examines the features of the forest complex of Russia in the context of the circular economy development. The need for systematic

© Османова З. Н., Хамраева О. Т., Зиновьева И. С., 2026

waste management is emphasized, production areas are considered to increase resource efficiency and reduce environmental risks.

Keywords: circular economy, forest complex, wood waste, recycling

For citation: Osmanova Z. N., Khamraeva O. T., Zinovieva I. S. (2026) Osobennosti lesnogo kompleksa v kontekste razvitiya e`konomiki zamknutogo cikla [Features of the forest complex in the context of the circular economy development]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1180–1184. (In Russ).

Лесной комплекс России формирует значимую часть экспортных доходов, обеспечивает занятость в регионах с низкой диверсификацией экономики, одновременно создавая крупные объемы отходов древесного происхождения. Переход к экономике замкнутого цикла ориентирует предприятия на максимальное использование сырья в течение полного жизненного цикла продукции, снижение потерь на всех стадиях и возврат побочных продуктов в производственные цепочки [1]. В лесном комплексе подобный подход особенно актуален из-за высокой ресурсоемкости технологий, территориальной рассредоточенности заготовки и переработки, а также климатических ограничений, влияющих на логистику и хранение древесного сырья.

Концепция экономики замкнутого цикла трактует производственные системы как восстановительные, где сырьевые потоки закрываются посредством повторного использования, ремонта, переработки и энергетического использования вторичных ресурсов. Для лесного комплекса подобная логика означает формирование моделей, в которых древесные отходы превращаются в ценное сырье для целлюлозно-бумажных производств, плитной промышленности, лесохимии, биоэнергетики. Научные исследования выделяют для лесопромышленного сектора специфические особенности перехода к замкнутому циклу: сезонность заготовки, неоднородность древесного сырья, различия по породному составу, влажности, загрязненности корой и минеральными примесями [2].

Во время лесозаготовки, транспортировки, распиловки, сушки, механической обработки и глубокой переработки образуются разнообразные отходы и сопутствующее древесное сырье. Для системного анализа удобно группировать отходы по источнику образования и потенциальным направлениям использования (табл. 1).

Детализированная классификация подобного типа помогает выявлять технологические окна для углубленной переработки, сопоставлять вариант использования каждого вида остаточных ресурсов с инвестиционными и инфраструктурными ограничениями.

Таблица 1

Основные группы отходов лесного комплекса и направления их вовлечения в замкнутый цикл

Группа отходов	Преобладающий источник формирования	Возможные направления использования в замкнутом цикле
Валежник, порубочные остатки	Лесозаготовка, расчистка трасс	Биотопливо, щепа, мульча, сырье для плитных материалов
Опилки, стружка	Лесопиление, мебельные производства	Плиты, гранулы, брикеты, сорбенты, наполнители композитов
Кора, лубяные части	Транспортировка, окорка, складирование	Топливо, почвенные улучшители, лесохимические продукты
Низкосортная древесина, обрезки	Ремонт, комплектование, сортировка заготовок	Клееные конструкции, топливная щепа, технологическая щепа
Отходы бумаги и картона	Полиграфия, упаковка, бытовой сектор	Восстановленное волокно, тарные картоны, санитарно-гигиеническая продукция

Переход к замкнутому циклу в лесном комплексе опирается на стратегические документы, задающие ориентиры по увеличению глубины переработки древесины, расширению ассортимента продукции и развитию биоэнергетики. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 г. предусматривает рост использования отходов заготовки и переработки, создание безотходных производственных цепочек, формирование лесных кластеров на основе ресурсосбережения и цифрового мониторинга сырьевых потоков [2, 3].

Оценка альтернатив обращения с древесными отходами обычно учитывает энергетическую ценность, транспортные издержки, доступность перерабатывающих мощностей, наличие стабильного спроса на продукцию переработки. На практике предприятия комбинируют механическую, термическую и химическую переработку, формируя собственные цепочки добавленной стоимости. Опилки и стружка превращаются в древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты, топливные гранулы, сорбционные материалы. Кора используется для производства тепловой энергии, почвенных улучшителей, коро-грунтов. Валежник и порубочные остатки перерабатываются в щепу для целлюлозно-бумажной промышленности и биотопливные гранулы.

Для обоснования управленческих решений целесообразно использовать сводную таблицу, в которой сопоставлены ключевые инструменты управления производством побочных продуктов лесного комплекса с ожидаемыми экологическими и экономическими результатами (табл. 2).

Таким образом, облегчается выбор приоритетных направлений управления производством побочных продуктов: одни предприятия могут ориентироваться преимущественно на энергетическое использование сырья, другие – на развитие переработки для производства плит, брикетов

и композитных материалов. Конкретная комбинация инструментов определяется региональной специализацией, состоянием транспортной инфраструктуры, а также структурой спроса на вторичную продукцию.

Таблица 2

Инструменты управления производством побочных продуктов лесного комплекса

Инструмент управления	Экологический результат	Экономический результат
Внутрипроизводственный рециклинг	Снижение объемов захоронения, уменьшение нагрузки на полигоны	Сокращение закупок первичного сырья, уменьшение издержек
Кластерные проекты переработки	Снижение выбросов при транспортировке, локализация воздействий	Рост налоговой базы, привлечение инвестиций, синергия с другими отраслями
Контракты на поставку отходов сторонним потребителям	Снижение доли неиспользуемых остатков	Дополнительная выручка, разгрузка складов
Производство биотоплива	Замещение ископаемого топлива, сокращение углеродного следа	Экспортно ориентированная продукция, диверсификация доходов
Цифровой учет потоков отходов	Повышение прозрачности экологической отчетности	Оптимизация логистики, снижение потерь, повышение управляемости

Переход к замкнутому циклу редко сводится исключительно к модернизации оборудования. Требуется изменение бизнес-моделей, пересмотр договорных отношений с арендаторами лесных участков, создание кластерных объединений, куда входят заготовители, переработчики, логистические операторы, научные организации. Внедрение схем совместного использования инфраструктуры (общие сортировочные площадки, сушильные мощности, котельные на биотопливе) снижает барьеры входа для малого и среднего бизнеса, увеличивает доступный объем древесных отходов, пригодных для переработки. Отдельное направление – развитие сервисных компаний, специализирующихся на управлении потоками отходов, консалтинге по проектам рециклинга, цифровом мониторинге сырьевых балансов [3, 4].

Цифровые платформы, объединяющие данные по заготовке, транспортировке и переработке древесины, становятся инструментом для оптимизации схем обращения с остаточными ресурсами. Модели, основанные на геоинформационных системах и системах производственного учета, позволяют рассчитывать оптимальные маршруты вывоза порубочных остатков, оценивают экономическую целесообразность строительства перерабатывающих мощностей в конкретных локациях, прогнозируют

загрузку предприятий при изменении спроса на вторичную продукцию. В работах по экономике замкнутого цикла подчеркивается, что развитие аналитического инструментария, ориентированного на измерение ресурсной эффективности, становится основой долгосрочного планирования в лесном комплексе, включая сценарные оценки влияния климатической политики и трансграничного углеродного регулирования [3, 5].

Исходя из выше сказанного, становится очевидно, что развитие экономики замкнутого цикла в лесном комплексе формирует новый формат взаимодействия между государством, бизнесом и научным сообществом. Лесной сектор, традиционно воспринимавший отходы как проблему, постепенно рассматривает остаточные ресурсы в качестве источника дополнительного дохода, базы для инновационной продукции, элемента климатической повестки. Сочетание технологических решений по переработке древесных отходов, организационных механизмов кооперации и мер государственной поддержки создает условия для системного снижения потерь древесины, замещения ископаемых энергоресурсов, повышения устойчивости региональных экономик. Усиление внимания к подготовке кадров, развитию научных центров компетенций по экономике замкнутого цикла, расширению экспериментальных площадок в лесных регионах позволит ускорить переход от локальных проектов к комплексной трансформации отрасли.

Список источников

1. Данилов А. А. Важность и необходимость статистики древесных отходов при реализации проектов циркулярной экономики в лесопромышленном комплексе // Энергетика и рациональное природопользование. 2025. № 1. С. 177–186.

2. Ишин Л. А., Череповицын А. Е., Лебедев А. П. Преимущества и недостатки экономики замкнутого цикла: путь к экологически чистому производству // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2024. Т. 15, № 3. С. 135–153.

3. Мураев И. Г., Сушко О. П. Проблемы и перспективы переработки древесных отходов в Архангельской области // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12, № 3. С. 231–249.

4. Шарипова Е. В. Анализ уровня развития и использования инновационно-технологического потенциала предприятий лесопромышленного комплекса России // Экономические науки. 2025. № 8. С. 105–109.

5. Баимбетова Д. В., Зиновьева И. С. Экономика замкнутого цикла: принципы, преимущества, вызовы // Студенческий научный форум – 2025 : материалы XVII Международной студенческой научной конференции. URL: https://scienceforum.ru/2025/article/2018037696 (дата обращения: 26.11.2025).

Научная статья
УДК 630.181.9

ЛЕСНОЙ ПОТЕНЦИАЛ УРАЛА И ДУНБЭЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГИОНОВ

Георгий Алексеевич Семеновых[1], Анна Геннадьевна Семеновых[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2] Специализированный учебно-научный центр УрФУ, Екатеринбург, Россия
[1] snakyjor@gmail.com
[2] semenovyhag@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрен лесной потенциал Урала и Дунбэя, проведен сравнительный анализ природных условий, структуры земель, промышленной нагрузки и экологических рисков. Отмечена роль лесов как ключевого компонента экологической устойчивости регионов.

Ключевые слова: лесной потенциал, промышленная нагрузка, экологическая устойчивость

Для цитирования: Семеновых Г. А., Семеновых А. Г. Лесной потенциал Урала и Дунбэя: сравнительный анализ природных и экономических характеристик регионов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1185–1189.

Original article

FOREST POTENTIAL OF THE URALS AND DONGBEI: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE NATURAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE REGIONS

Georgy A. Semenovykh[1], Anna G. Semenovykh[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2] Specialized Educational and Scientific Center of UrFU, Ekaterinburg, Russia
[1] snakyjor@gmail.com
[2] semenovyhag@m.usfeu.ru

Abstract. This article examines the forest potential of the Urals and Dongbei, providing a comparative analysis of natural conditions, land structure,

© Семеновых Г. А., Семеновых А. Г., 2026

industrial load, and environmental risks. It also highlights the role of forests as a key component of regional environmental sustainability.

Keywords: forest potential, industrial load, environmental sustainability

For citation: Semenovykh G. A., Semenovykh A. G. (2026) Lesnoj potencial Urala i Dunbe`ya: sravnitel`ny`j analiz prirodny`x i e`konomicheskix xarakteristik regionov [Forest potential of the Urals and Dongbei: a comparative analysis of the natural and economic characteristics of the regions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1185–1189. (In Russ).

Международное сотрудничество в сфере образования представляет собой важный механизм повышения качества подготовки специалистов и формирования универсальных компетенций, востребованных в глобализирующемся мире. Взаимные образовательные программы Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) и Северо-Восточного лесного университета Китая (North-Eastern Forestry University, NEFU) служат примером эффективного обмена знаниями, практическими навыками и межкультурным опытом.

Летом 2025 г. автор статьи, обучающийся на первом курсе УГЛТУ, прошел двухнедельную стажировку в NEFU. Полученные материалы позволили провести сравнительный анализ природно-географических и экономических характеристик Свердловской области и региона Дунбэй (провинции Хэйлунцзян, Цзилинь и Ляонин). Особое внимание уделено лесным территориям как ключевому элементу экологической устойчивости.

Сравним геологические особенности Свердловской области и Северо-Востока Китая (табл. 1).

Таблица 1

Комплексное географическое сравнение областей

Критерии	Свердловская область [1]	Северо-Восток Китая [2]
Географическое положение	Находится в Европейской части России, на Урале, между Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинами. Географические координаты примерно 56° с. ш. и 60° в. д. Область лежит на границе Европы и Азии	Включает Маньчжурскую равнину и горные районы к востоку от нее. Географические координаты примерно 45…50° с. ш. и 120…130° в. д. Находится восточнее Свердловской области и ближе к Тихому океану

Окончание табл. 1

Критерии	Свердловская область [1]	Северо-Восток Китая [2]
Климатические пояса	Расположена в умеренном климатическом поясе, переходная зона между континентальным и умеренно континентальным климатом	Также в умеренном климатическом поясе, но с муссонными чертами: лето влажное и теплое, зима сухая и холодная
Климатические особенности	Температурный диапазон января, июля	
	−15…−20 °С, +16…+20 °С	−15…−25 °С, +20…+23 °С
	Количество осадков в год	
	400…600 мм	500…800 мм
Растительность	Основные породы деревьев: ель, сосна, пихта, береза. На севере – болота и мхи, на юге – переход к лесостепи	Растут ель, сосна, лиственница, дуб, клен, а также лугово-степная растительность на равнинах

Данные табл. 1 показывают, что Свердловская область и Северо-Восток Китая расположены примерно на одинаковых широтах, но климат Китая более влажный и мягкий из-за влияния муссонов и близости океана. Растительность схожа (тайга), но в Китае встречаются и более южные виды лесов.

Проведем отраслевой анализ земель Свердловской области и Северо-Востока Китая. Отметим, что оценки варьируются от источника к источнику. В табл. 2 приведены данные согласно источникам [1–3].

Таблица 2

Отраслевое сравнение областей

Критерии	Свердловская область	Северо-Восток Китая
Общая площадь	19,43 млн га	79,18 млн га
Леса/лесной фонд	15,18 млн га → ~ 78 %	Сильно варьирует по провинциям, ~ 25…40 %
Сельскохозяйственные угодья	Официальные публикации расходятся: 2,57 млн га → ~ 13,2 %; 4,05…4,08 млн га → ~ 20…21 %	20,59 млн га → ~ 26 % (по состоянию на 2020)
Земли населенных пунктов (селитебные земли)	670…740 тыс. га → ~ 3,5…3,8 %	Порядка нескольких процентов (обычно < 5 %)
Земли промышленности/ энергетики/транспорта и пр.	428…452 тыс. га → ~ 2,2…2,3 %	В общедоступной статистике точные данные не приводятся

Данные табл. 2 показывают, что в Свердловской области леса занимают подавляющую часть территории (~ 68…78 %), что показывает сильную лесистость и, соответственно, большой лесной потенциал. В то же время в Северо-Восточном Китае леса также важны, но доля сельскохозяйственных земель очень велика (~ 40 %). Это может быть связано с плодородными почвами (черноземные участки, подходящие для зерновых), а также историческим освоением.

Еще одной схожей чертой двух рассматриваемых регионов является их промышленный профиль.

Среди наиболее известных и значимых предприятий Свердловской области можно выделить Уральский дизель-моторный завод (UMZ), который является важным игроком в машиностроительной отрасли, а также Уральскую горно-металлургическую компанию (УГМК), контролирующую ряд металлургических заводов и горнорудных предприятий. Помимо этого, в регионе развиты предприятия цветной металлургии, оборонной промышленности.

С другой стороны, исторически Дунбэй считается одним из «старых промышленных базисов» Китая. Этот регион развивался как центр тяжелой промышленности. Многие промышленные предприятия в Дунбэе, построенные еще в середине XX в., до сих пор функционируют. Они традиционно отличаются высокой экологической нагрузкой.

Таким образом, Урал и Дунбэй представляют собой пример территорий с богатым промышленным наследием. Однако металлургическая и тяжелая промышленность традиционно связаны с высоким уровнем загрязнения окружающей среды.

Для эффективного решения экологических проблем рассматриваемых регионов необходимо развивать и внедрять современные системы очистки промышленных выбросов.

Однако технических мер недостаточно для полноценного восстановления экологического баланса. Не менее важно бережно относиться к существующим зеленым насаждениям и активно развивать лесные территории. Леса играют ключевую роль в экологической безопасности: они поглощают углекислый газ, выделяют кислород, регулируют водный баланс, предотвращают эрозию почвы и служат естественным барьером для пыли и других загрязнителей.

Сравнительный анализ Урала и Дунбэя показывает, что оба региона обладают значительным лесным потенциалом, определяющим их экологическую устойчивость. Несмотря на сходные природно-климатические условия, различия в структуре земель и промышленной специализации формируют отличающиеся модели экологической нагрузки. Усиление природоохранных мер, модернизация промышленности и расширение лесных массивов являются ключевыми условиями устойчивого развития обеих территорий.

Список источников

1. Природные ресурсы // Официальный сайт правительства Свердловской области : [сайт]. URL: https://midural.ru/100034/100083/100294/ (дата обращения: 10.11.2025).

2. Петухов В. Б. География Китая. Ульяновск : УлГТУ, 2021. 236 с.

3. Effectiveness of China's National Forest Protection Program and nature reserves / G.-P. Ren, S. Young, L. Wang [et al.] // Conservation Biology. 2014. P. 1368–1377.

Научная статья
УДК 630.181.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ И СЕВЕРО-ВОСТОКА КИТАЯ

Георгий Алексеевич Семеновых[1], Анна Геннадьевна Семеновых[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2] Специализированный учебно-научный центр УрФУ, Екатеринбург, Россия
[1] snakyjor@gmail.com
[2] semenovyhag@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье проведен анализ состояния лесных экосистем Свердловской области Российской Федерации и Северо-Востока Китайской Народной Республики. На основе статистических данных рассчитаны доли основных древесных пород, средние запасы древесины, темпы восстановления лесов и прогноз изменения лесистости к 2035 г.

***Ключевые слова*:** лесные экосистемы, породный состав, восстановление лесов

Для цитирования: Семеновых Г. А., Семеновых А. Г. Сравнительный анализ динамики лесных экосистем Свердловской области и Северо-Востока Китая // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1190–1194.

Original article

A COMPARATIVE ANALYSIS OF FOREST ECOSYSTEM DYNAMICS IN THE SVERDLOVSK REGION AND NORTHEAST CHINA

Georgy A. Semenovykh[1], Anna G. Semenovykh[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[2] Specialized Educational and Scientific Center of UrFU, Ekaterinburg, Russia
[1] snakyjor@gmail.com
[2] semenovyhag@m.usfeu.ru.

Abstract. This article analyzes the state of forest ecosystems in the Sverdlovsk region of the Russian Federation and northeast China. Using statistical

© Семеновых Г. А., Семеновых А. Г., 2026

data, the proportions of major tree species, average wood reserves, forest restoration rates, and forecasted changes in forest cover by 2035 are calculated.

Keywords: forest ecosystems, species composition, forest restoration

For citation: Semenovykh G. A., Semenovykh A. G. (2026) Sravnitel`ny`j analiz dinamiki lesny`x e`kosistem Sverdlovskoj oblasti i Severo-Vostoka Kitaya [A comparative analysis of forest ecosystem dynamics in the Sverdlovsk region and Northeast China]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1190–1194. (In Russ).

Бореальные и умеренные леса Евразии являются важнейшим компонентом биосферы, обеспечивающим регуляцию углеродного цикла, водного баланса и климатической стабильности. Особое значение имеют леса Урала и Северо-Востока Китая, формирующие обширный природный пояс с высокой экологической емкостью.

В последние десятилетия в обоих регионах отмечаются схожие вызовы: рост антропогенной нагрузки, изменение структуры породного состава и повышение частоты пожаров. При этом государственные подходы к восстановлению и охране лесов различаются, что делает их сопоставление научно и практически значимым.

Цель исследования – провести сравнительный количественный анализ лесных экосистем Свердловской области и Северо-Востока Китая, определить динамику восстановления и спрогнозировать тенденции изменения лесистости к 2035 г.

Исходные данные, полученные из официальных статистических отчетов [1–4], представлены в табл. 1.

Таблица 1

Породный состав и запасы древесины

Регион	Хвойные, %	Лиственные, %	Средний запас древесины, $м^3$/га	Основные породы
Свердловская область	68	32	230	Ель, сосна, береза, осина
Северо-Восток Китая	56	44	260	Ель аянская, лиственница, дуб монгольский, клен маньчжурский

Данные табл. 1 показывают, что в лесах Северо-Востока Китая выше запас древесины на 1 га и этому есть естественные объяснения:

- Северо-Восток Китая (провинции Хэйлунцзян, Цзилинь) находится под влиянием муссонов. Лето более теплое и влажное, чем на Урале. Это

приводит к более высокому годичному приросту древесины, более длительному вегетационному периоду;

- в лесах Северо-Восточного Китая встречаются ель айянская (крупномерная), маньчжурский дуб, лиственница черная. Многие из них растут быстрее и формируют более массивные стволы. На Урале же преобладают ель, сосна и береза – породы, дающие относительно меньший запас на га;
- в Китае более плодородные бурые лесные почвы с хорошим увлажнением, меньше площадей с каменистыми и бедными грунтами. На Урале больше подзолов, суглинков, каменистых и переувлажненных почв, что ограничивает продуктивность.

Рассмотрим данные по динамике восстановления лесов в регионах [1–4] (табл. 2).

Таблица 2

Динамика восстановления лесов

Показатель	Свердловская область	Северо-Восток Китая
Площадь лесов, млн га	16	31,77
Среднегодовой прирост площади лесов, %	+0,3	+1,1
Потери от вырубок и пожаров, %	–0,4	–0,5
Чистый прирост ($k - w$), %	–0,1	+0,6
Ежегодное лесовосстановление, тыс. га	40	220

Анализ данных табл. 2 позволяет сделать следующие выводы:

- в Северо-Восточном Китае площадь лесов растет в 3,5 раза быстрее, чем на Урале. Это связано с масштабными государственными программами КНР: «Возвращение земель в леса», «Защита лесов северо-востока», крупными инвестициями в восстановление;
- потери от вырубок и пожаров сопоставимы, но в Китае немного выше. Исторически в провинциях Хэйлунцзян и Цзилинь осуществляется интенсивная заготовка древесины, выше плотность населения и хозяйственная нагрузка.

Северо-Восток Китая восстанавливает леса значительно эффективнее Свердловской области благодаря крупным государственным инициативам, масштабным посадкам, строгим ограничениям на вырубку и большему финансированию. На Урале прирост лесов ниже, а потери сопоставимы, поэтому чистый баланс выходит отрицательным.

Для простейшей оценки прогнозных значений изменения площади лесов к 2035 г. логично использовать уравнение

$$S_{t+1} = S_t (1 + k - w),$$

где S_t – площадь лесов в текущем году;

k – среднегодовой прирост лесов (восстановление);
w – темп утраты (рубки, пожары).

Тогда из текущих показателей прогноз на 2035 г. выглядит следующим образом:

$$S_{2035}(RU) = 16\ (1 + 0,003 - 0,004)^{10} = 15,84 \text{ млн га};$$
$$S_{2035}(CN) = 31,77\ (1 + 0,011 - 0,005)^{10} = 33,73 \text{ млн га}.$$

Таким образом, за десятилетие прогнозируется снижение лесных площадей Свердловской области на 1 % и увеличение лесистости в Северо-Восточном Китае на 6 %.

Анализ показывает, что различия в динамике лесных экосистем связаны не только с природными факторами, но и прежде всего с организацией лесопользования. В Китае действует централизованная система квотирования вырубок, обязательное лесовосстановление и штрафы за деградацию земель.

В Свердловской области значительная часть восстановительных мероприятий недостаточно эффективна, а мониторинг проводится преимущественно наземными методами. Внедрение технологий дистанционного зондирования и цифрового кадастра лесов позволило бы повысить точность контроля и ускорить темпы восстановления.

Проведенный сравнительный анализ свидетельствует о существенных различиях в динамике лесного фонда двух регионов при схожих климатических условиях. В Свердловской области наблюдается незначительное сокращение площади лесов и доминирование вторичных лиственных насаждений. В Северо-Восточном Китае, напротив, происходит стабильное увеличение лесистости и рост доли хвойных культур.

Научная ценность исследования заключается в количественной оценке различий и прогнозе до 2035 г., что может быть использовано при разработке программ устойчивого лесопользования в России. Целесообразно усилить цифровизацию лесного мониторинга [5], ввести механизмы экономического стимулирования посадок и обмениваться технологиями с китайскими коллегами в сфере восстановления деградированных земель.

Список источников

1. Петров В., Безпалько А., Чэнь Л. Государственное и муниципальное управление лесами Китая // ЛесПромИнформ. 2016. № 1 (115). С. 140–145.

2. Ежегодник статистики лесного хозяйства и пастбищ Китая за 2022 г. // Xiaze.org : [сайт]. URL: https://web.xiaze.org/down/2024/64162.html (дата обращения: 24.11.2025).

3. Об утверждении Лесного плана Свердловской области на 2019–2028 гг. (с изменениями на 4 декабря 2025 г.) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/561550939/titles/6DO8KC (дата обращения: 24.11.2025).

4. Информационный паспорт Свердловской области // Министерство иностранных дел Российской Федерации : [официальный сайт]. URL: https://clck.ru/3RbeKL (дата обращения: 24.11.2025).

5. Методика распознавания лиственницы сибирской на верхнем пределе ее произрастания на Полярном Урале с использованием снимков беспилотного летательного аппарата / Е. М. Агапитов, В. Е. Рогачев, А. П. Михайлович, В. В. Фомин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. С. 7–11.

Научная статья
УДК 631.16

АНАЛИЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Ярослав Андреевич Соболев[1], Сергей Александрович Грачев[2]
[1, 2] Владимирский государственный университет
имени А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, Россия
[1] ya.sobolev33@yandex.ru
[2] Grachev-sa@yandex.ru

Аннотация. В данной статье проводится анализ текущего состояния лесопромышленного комплекса (ЛПК) России, объемов производства ключевых сегментов отрасли на основе данных в период с 2021–2025 гг.

Ключевые слова: ЛПК России, экспорт, логистика, кризис

Для цитирования: Соболев Я. А. Грачев С. А. Анализ лесопромышленного комплекса России // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1195–1198.

Original article

ANALYSIS OF THE RUSSIAN FOREST INDUSTRY COMPEX

Yaroslav A. Sobolev[1], Sergey A. Grachev[2]
[1, 2] Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletov,
Vladimir, Russia
[1] ya.sobolev33@yandex.ru
[2] Grachev-sa@yandex.ru

Abstract. This article analyzes the current state of the Russian forest industry complex (FIC), based on data from 2021–2025. There is an analysis of production volumes of key industry segments.

Keywords: Russian forest industry complex, exports, logistics, crisis

For citation: Sobolev Ya. A., Grachev S. A. (2026) Analiz lesopromy`shlennogo kompleksa Rossii [Analysis of the Russian forest industry complex]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1195–1198. (In Russ).

© Соболев Я. А., Грачев С. А., 2026

В течение последних лет рынок леса в России претерпевает убытки [1]. Эксперты отмечают, что предприятия, задействованные в лесопромышленном комплексе, постепенно исчезают. Это связывают с проблемами в системе логистики, наложенными санкциями от недружественных стран, а также падением спроса как на внешнем, так и на внутреннем рынке. Аналитики отмечают, что на данный момент есть возможности для развития отрасли по переработке древесины для потребителей на внутреннем рынке. Однако многие предприниматели не решаются открывать перерабатывающие фабрики, что негативно сказывается на экономике отрасли лесопереработки [2].

По данным независимых экспертов, в середине 2022 г. ЛПК России демонстрировал ухудшение экономических показателей, при том, что уже в 2021 г. был откат пиковых значений цен на лесную продукцию в масштабах мира и внутреннего рынка.

В планах руководства ЛПК на 2023 и 2024 гг. было восстановление лесообрабатывающей отрасли, однако к пиковым показателям 2021 г. приблизиться не удалось [3, 4].

Эксперты определили сегменты лесопромышленного комплекса, которые понесли колоссальные убытки на начало 2025 г. Для более детального анализа обратимся к рис. 1.

Исходя из графика, стоит отметить, что за последние 4 года объемы производства фанеры, паллетов и пиломатериалов сильно упали. На начало 2025 г. уменьшение объемов производства и отгрузки фанеры составило 24 %. Наиболее сильно пострадало производство паллетов: снижение на 54 %. Производство пиломатериалов изменилось не сильно: снижение составило 10,9 %.

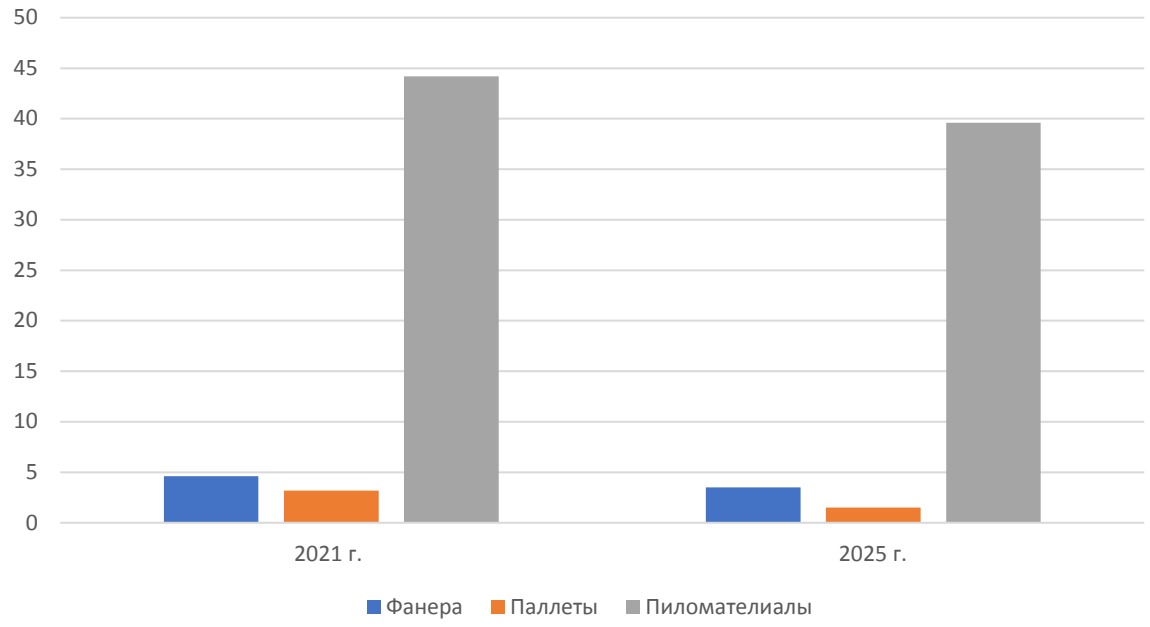


Рис. 1. Изменение объемов производства сегментов ЛПК, млн м^2

Это связано с тем, что на внутреннем рынке потребление этих позиций уменьшилось, неизменным осталось потребление других древесных плит (ДВП, ДСП и др.). Далее рассмотрим показатели экспорта на рис. 2.

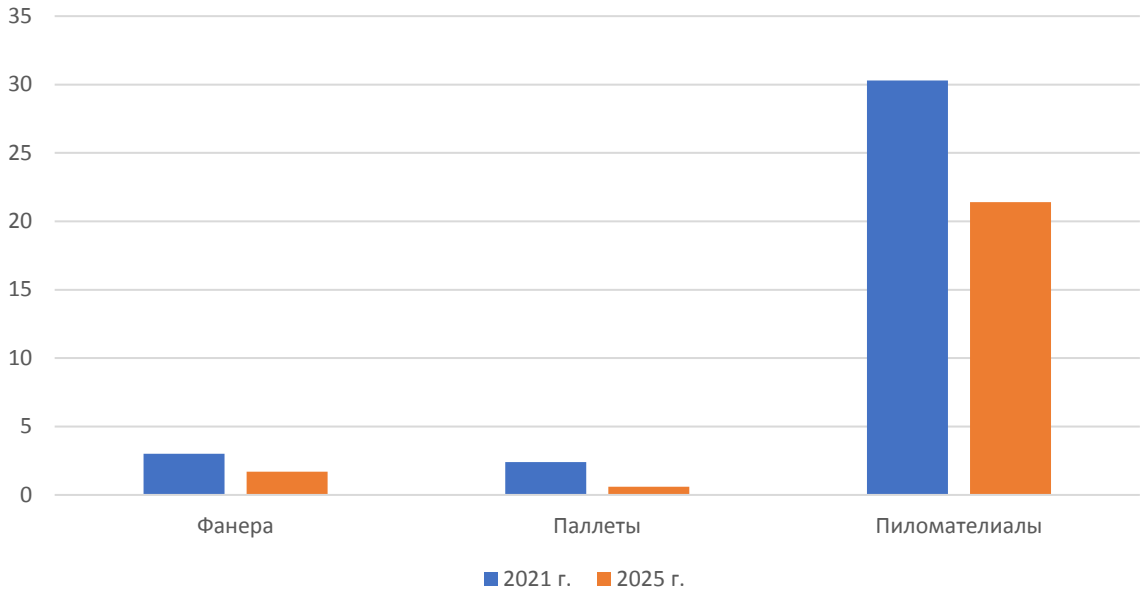


Рис. 2. Изменение экспорта сегментов лесопромышленного комплекса, млн м^2

Экспорт рассматриваемых сегментов ЛПК изменился значительнее, чем производство. В период с 2021 по начало 2025 гг., в связи с наложенными санкциями, значительно упал экспорт паллетов, сокращение составило 76 %. Экспорт пиломатериалов упал на 30 %, а поставки фанеры за границу уменьшились на 44 %. Положение ЛПК России поддерживают контракты на поставку леса и материалов на Дальний Восток.

Лидеры отрасли целлюлозно-бумажной продукции в России претерпевают убытки. Рассмотрим рис. 3.

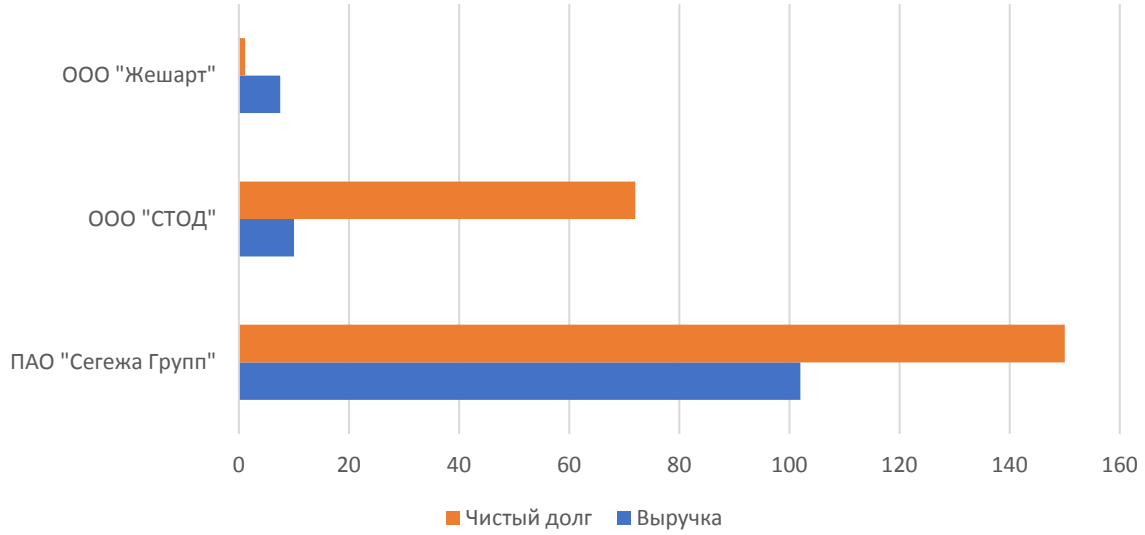


Рис. 3. Соотношение выручки к долгу компаний в отрасли, млрд руб.

При проведении анализа компаний было выявлено, что по итогам начала 2025 г. выручка лидеров отрасли сильно ниже, чем их долги. Это вызвано тем, что новых рычагов роста прибыли нет. Также сказываются пакеты введенных санкций и низкая цена конечной продукции.

На отрасль лесозаготовки за последние 3 года обрушилось большое количество проблем, связанных с логистикой, пониженным спросом и экспортом. Логистические компании еще не разрослись по территории потенциальных рынков. На конец 2025 г. до сих пор отсутствует экспортный путь в страны Персидского залива, Марокко, Индию, Алжир. Логистические компании европейских стран покинули Россию, из-за этого доставка в Россию и из нее сверхвысокая. Это ограничивает продажу продукции, произведенной на территории России, другим странам из-за высокой цены доставки. За последние несколько лет спрос на пиломатериалы снизился. Эксперты отмечают, что даже китайский экспортный рынок стал менее привлекательным. Это связано с тем, что за неимением других направлений в экспортной политике, Китай пытается сильно занизить цены на продукцию. В Китае за последний год спрос на дерево падает. Эксперты уверены: всему виной строительный кризис. Население Китая требует высокое качество по низким ценам, а рынок премиум сегмента не растет. В связи с закрытиями европейских рынков для России, экспортное направление направлено в сторону Дальнего Востока, однако внутренний рынок Китая также испытывают временные трудности. Из-за преобразования конъюнктуры рынка ЛПК России стремительно сокращается. В настоящий момент складывается неоднозначная ситуация: с одной стороны, зарубежные производители опасаются вторичных санкций, вследствие чего сокращают закупку пиломатериалов. А с другой, из-за проблем в сфере логистики со стороны отечественных производителей затрудняется выход на новые рынки сбыта готовой продукции или пиломатериалов.

Необходимо подчеркнуть, что если положение экспорта будет двигаться по инерции, то это может привести к фатальным финансовым потерям для большинства организаций, занятых в сфере ЛПК в России.

Список источников

1. Лесная катастрофа: почему Россия теряет «зеленое золото» // Постньюс : [сайт]. URL: https://postnews.ru/a/45193 (дата обращения: 20.11.2025).

2. Орлова В. С., Спицын М. А. Анализ развития лесопромышленного комплекса // Вектор экономики : электронный научный журнал. 2025. № 4. URL: https://clck.ru/3Rbi7Y (дата обращения: 20.11.2025).

3. Егоренко С. Н. Российский статистический ежегодник : статистический сборник. М. : Росстат, 2023. 701 с.

4. Горобцов А. В. Российский статистический ежегодник : статистический сборник. М. : Росстат, 2024. 630 с.

Научная статья
УДК 712.25

ДОЖДЕВЫЕ САДЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Анастасия Денисовна Туманова[1], Оксана Николаевна Новикова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] tumanova.bgd@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе обоснована концепция интеграции дождевых садов в качестве структурного элемента экологического каркаса города. На основе системного анализа доказывается, что дождевые сады трансформируют проблему ливневых стоков в ресурс для устойчивого развития, обеспечивая климатическую резистентность, восстановление водного баланса и усиление биоразнообразия урбанизированных территорий.

Ключевые слова: дождевые сады, экологический каркас, управление ливневыми стоками, городская экология

Для цитирования: Туманова А. Д., Новикова О. Н. Дождевые сады: экологический каркас городской среды // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1199–1202.

Original article

RAIN GARDENS: THE ECOLOGICAL FRAMEWORK OF THE URBAN ENVIRONMENT

Anastasia D. Tumanova[1], Oksana N. Novikova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] tumanova.bgd@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Abstract. This paper substantiates the concept of integrating rain gardens as a structural element of a city's ecological framework. Based on a systems analysis, it is proved that rain gardens transform the challenge of stormwater runoff into a resource for sustainable development, providing climate resilience, restoration of the water balance, and enhanced biodiversity in urban areas.

© Туманова А. Д., Новикова О. Н., 2026

Keywords: rain gardens, ecological framework, stormwater management, urban ecology

For citation: Tumanova A. D., Novikova O. N. (2026) Dozhdevy`e sady`: e`kologicheskij karkas gorodskoj sredy` [Rain gardens: the ecological framework of the urban environment]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1199–1202. (In Russ).

Современный этап развития цивилизации характеризуется стремительной урбанизацией. Согласно прогнозам ООН, к 2050 г. в городах будет проживать более 70 % населения планеты. Этот процесс сопровождается интенсивной застройкой территорий и кардинальным преобразованием природных ландшафтов, что в сочетании с глобальными климатическими изменениями создает комплекс серьезных экологических проблем. Ключевой проблемой современного градостроительства является нарушение естественного гидрологического режима урбанизированных территорий. Рост доли водонепроницаемых покрытий в сочетании с феноменом «теплового острова» приводит к парадоксальной ситуации: в период экстремальных осадков города сталкиваются с катастрофическими подтоплениями, тогда как в засушливые сезоны испытывают острый дефицит влаги. Традиционные инженерные решения, основанные на принципе «собрать и отвести», демонстрируют свою несостоятельность в условиях учащения климатических аномалий. Поэтому появляется необходимость в разработке комплексного подхода к формированию экологического каркаса города, способного обеспечить устойчивое развитие урбанизированных территорий.

При использовании методологии системного анализа и комплексного подхода была собрана и проанализирована отечественная и зарубежная научная литература по данной теме (П. Жульева, Е. Копцева, С. В. Кузьмина, А. Д. Кайданович, В. Н. Смертин и др.), позволившая выделить одно из экономически и экологически выгодных решений данной проблемы в концепции «Города-губки» и как часть ее реализации размещения дождевых садов на городских улицах. Впервые данная технология была масштабно внедрена в Китае в рамках национальной программы «Город-губка» в 2015 г., в то время как теоретические основы и отдельные элементы этого подхода активно изучались в Европе и Китае параллельно еще с конца XX в., что в дальнейшем способствовало развитию в градостроительстве [1].

Как элемент инфраструктуры дождевой сад представляет собой пониженный участок территории, имеющий проницаемое покрытие и более низкое расположение относительно окружающей его территории. За счет более низкого расположения дождевой сад становится участком,

к которому естественным путем стремится дождевая вода, а проницаемое покрытие позволяет поверхностному стоку впитаться в землю [2].

Сравнительный анализ успешных кейсов внедрения включал изучение международного опыта таких стран, как Китай, Германия и США, а также отечественных практик, например, дождевой сад на озере Нижний Кабан в Казани и сад дождя в «Аптекарском огороде» в Москве. Был рассмотрен один из самых знаменитых подобных проектов – “Living Machine” в центре Адама Джозефа Льюиса в США, где реализован комплексный подход к созданию замкнутых экосистем с использованием, помимо специально подобранных растений и животных, микроорганизмов [3].

Все выше изложенное позволяет установить место дождевых садов в системе экологического каркаса города и выявить синергетические эффекты от их интеграции с другими элементами зеленой инфраструктуры.

Многофункциональная роль дождевых садов как элемента экологического каркаса, заключается в обеспечении следующих функций: *гидрологической* (сбор, инфильтрация и очистка ливневых стоков); *экологической* (фиторемедиация, поддержание биоразнообразия); *климатической* (снижение эффекта теплового острова); *социально-эстетической* (повышение рекреационной привлекательности). Необходимо отметить значительную экономическую эффективность дождевых садов по сравнению с традиционными инженерными решениями. Расчеты показывают, что капитальные затраты на создание сети дождевых садов на 30…40 % ниже, чем на строительство похожих по мощности очистных сооружений, а эксплуатационные расходы меньше на 50…60 % [4].

Для правомерной интеграции дождевых садов в экологический каркас города необходимо предусмотреть создание связанной сети, а не точечное их размещение, учесть локальные климатические условия при проектировании, использовать аборигенные виды растений и учитывать синергию с другими элементами зеленой инфраструктуры.

К дополнительным преимуществам от внедрения дождевых садов можно отнести: сокращение сброса загрязненных стоков в водные объекты; снижение затрат на полив городских зеленых насаждений; повышение качества жизни горожан; увеличение биоразнообразия урбоэкосистем.

Таким образом, дождевые сады представляют собой эффективный инструмент формирования экологического каркаса города, способствующий переходу к модели циркулярной экономики и устойчивого развития. Их планомерное внедрение в систему городского планирования позволяет комплексно решать проблемы водообеспечения, адаптации к климатическим изменениям и повышения экологического комфорта городской среды.

Список источников

1. Города-губки. Учимся у природы // ГеоИнфо : [сайт]. URL: https://clck.ru/3Rcnuo (дата обращения: 10.10.2025).

2. Жульева П., Копцева Е. Экологическое управление ливневыми стоками: дождевые сады // Экогидромет – новые горизонты : сборник трудов IV Международной молодежной научно-практической конференции. СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2025. С. 87–90.

3. Кузьмина С. В. Дождевые сады как элемент сохранения биоразнообразия города Новосибирска // Вестник науки. 2025. № 2 (83). С. 811–816.

4. Кайданович А. Д., Смертин В. Н. Планирование и управление процессом стока поверхностных вод // Вестник науки. 2023. № 10 (67). С. 572–580.

Научная статья
УДК 745.51

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СИМВОЛИЧЕСКИХ ФОРМ РЕЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РУССКОГО ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Кирилл Дмитриевич Усачёв[1], Оксана Николаевна Новикова[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] coppertroll02@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе выделены некоторые аспекты декоративно-прикладных элементов, традиционно используемых в деревянном зодчестве. Анализ декоративных элементов позволил выделить взаимосвязь символической картины мира и орнамента как текстового его воплощения.

Ключевые слова: орнамент, символ, деревянное зодчество, текст

Для цитирования: Усачёв К. Д., Новикова О. Н. Некоторые аспекты символических форм резных элементов русского деревянного зодчества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1203–1206.

Original article

SOME ASPECTS OF THE SYMBOLIC FORMS OF CARVED ELEMENTS IN RUSSIAN WOODEN ARCHITECTURE

Kirill D. Usachev[1], Oksana N. Novikova[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] coppertroll02@mail.ru
[2] novikovaon@m.usfeu.ru

Abstract. This paper examines certain aspects of decorative and applied elements traditionally used in wooden architecture. The analysis of decorative elements makes it possible to identify the relationship between the symbolic worldview and ornamentation as its textual embodiment.

Keywords: ornament, symbol, wooden architecture, text

For citation: Usachev K. D., Novikova O. N. (2026) Nekotory`e aspekty` simvolicheskix form rezny`x e`lementov russkogo derevyannogo zodchestva [Some aspects of the symbolic forms of carved elements in Russian wooden

© Усачёв К. Д., Новикова О. Н., 2026

architecture]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1203–1206. (In Russ).

Деревянная архитектура традиционно использует орнамент как семиотический код базисных мировоззренческих установок конкретной культуры. Орнамент не только украшает и стилистически передает знаково-символическую природу этноса, но и выполняет функцию отбора и структурирования информации как о внешнем мире, так и о самом человеке, его месте и значении. Целью данной работы является анализ научной литературы, описывающей декоративные элементы, традиционно используемые в русском деревянном зодчестве, с выделением значения орнаментальных форм.

В ходе исследования, были изучены работы Ю. П. Борзилова, А. В. Долгова, Н. Н. Митина, В. Д. Оленькова, А. В. Ополовникова, А. Б. Пермиловской и других авторов, подчеркивающих самобытность, оригинальность и сакральность декоративно-прикладных элементов русской деревянной архитектуры. «Дерево даже с отмершими, а точнее говоря с обезвоженными клетками, не переходит в категорию мертвых материалов. Оно живет, дышит, работая на благо человека в качестве фильтрующей макро- и микро-мембраны, то есть функционируя в статусе «высокотехнологического» устройства, только подаренного природой, а не придуманного человеком» [1, с. 33]. Человек не просто так использует древесину для постройки собственного жилища. Являясь частью леса, населенного добрыми и злыми духами, и обладая сверхъестественными свойствами, она становится средством обуздания, согласования человека с природными силами.

Установлено, что смысловое наполнение декоративных элементов деревянного зодчества в русской культуре соединяет в себе как религиозно-мифологические представления, так и выделяет природный и социальный контекст бытования. Традиционный резной наличник не только эстетически украшает жилище, но и обладает обережной функцией, обрамляя оконные и входные группы жилища. «Усиление безопасности достигалось с помощью окрещивания окна, окружения его резным орнаментом, определенными знаками с защитными функциями, архитектурными деталями, подвешивания к окну снаружи разного рода оберегов» [2, с. 255]. Часто в Урало-Сибирском регионе мотивом для декора наличника использовали символику берегини, олицетворяющую женское начало и первооснову жизни. Берегиня изображалась с разведенными руками и ногами, где поднятые руки заключали просьбу дать свет и небесную воду, опущенные – хороший урожай. Часто фигура стилизована

и образована стеблями растений, цветами, змеями и другими элементами природного мира. Например, вишня символизировала девичью красоту, привлекала любовь и гармонию. Ветка сосны олицетворяла вечную жизнь и юность. Виноградный, яблочный мотив сулил богатство, долголетие и здоровье. А растительный орнамент в виде ростков, образовывающих букву «Ж», аналогичен по смыслу изображению Берегини.

Также в традиционном орнаменте применяли упрощенные по форме и исполнению солнечные знаки (огненные, солярные). Знак коловрата в чистом виде, как восьмилучевая свастика с загнутыми в одну сторону лучами, не применялся, а его производные свастические узоры, варьирующиеся по форме и изображению, часто размещались на фасаде избы. Варианты изображаемых лучей олицетворяли солнце и различных солярных богов (Ярило, Сварога, Даждьбога, Перуна). Так, в четырехлучевом символе коловрата присутствовал огонь, а шестилучевым узором отображался Бог-громовержец Перун. Восемь лучей подразумевали солнечный свет, а правосторонняя направленность лучей служила оберегом для мужчин, левосторонняя – для женщин. Символика коловрата имела широкое распространение в быту и нередко встречалась на одежде, знаменах, оружии воинов, на ставнях и стенах деревянных домов и др. элементах бытовой культуры наших предков. Часто коловраты объединяли в лабиринты, нередко в резных изображениях фиксировалось деление суток на темное и светлое время. Данная символика располагалась на ставнях или подоконных наличниках.

Наши предки разделяют воду на небесную, наземную и подземную. Небесная влага почитается как зарождение новой жизни, подземные воды питают растения, родники и реки, обеспечивают здоровье и безбедную жизнь. Существовала уверенность в том, что текущая вода ограждает от нечисти. Обычно знаки водной стихии изображаются волнообразными или каплевидными узорами, которые могут быть представлены единичными и множественными узорами, в виде лабиринта, знака «бесконечника», ограждающего от злых духов.

Водная символика нередко сочетается со знаками земли, вырезанными в виде ромбов с точками внутри или перекрещивающимися двойными полосами, которые обозначают вспаханное и засеянное поле. Ромбовидные знаки с волнообразными или зигзагоподобными линиями фиксировали пропитанную водой мать сыру землю, кормилицу и защитницу. Данная резьба нередко украшала лобовые и разделяющие доски наличника, использовалась в отделке дверей.

В областях, где жизнь и благополучие зависели от охоты и рыбалки, на наличниках вырезали петушиный гребень, рога барана или быка, силуэты коня или медведя. Часто на охлупне (бревне, соединяющем стык ската крыши) помещали изображение лошади, петуха, как оберега домашнего очага. Их изображение на коньке крыши служило как конструктивным, так

и ритуальным элементом, потому что по славянской традиции перед закладкой дома курица или лошадь приносились в жертву, а черепа их голов размещались на крыше. «Первоначальное значение конских голов на верху крыши было жертвоприносительное, и что в самое древнее время прикрепляли над кровлей не деревянные изображения, а настоящие конские головы» [3]. Конь и петух служили солярными символами, обеспечивающими гармонию в семье, защиту от людей с нечистыми помыслами, ограждением от всего темного, демонического. Изображение утки, лебедя, сказочной птицы Сирин, ящера или двухголового змея (Уж-господарик) также обеспечивали защиту и процветание дома, здоровье и продолжение рода.

Проведенный анализ научной литературы, которая описывает декоративные элементы, традиционно используемые в деревянном зодчестве (на примере русской избы) при структурно-функциональном подходе, позволил выделить взаимосвязь символической картины мира и орнамента как текстового его воплощения. Сопоставление зрительных и словесных образов способствовало пониманию пространственного решения и символического подтекста мотивов традиционного орнамента. Компаративистский подход выделил субъективизм и типологические параллели резных элементов русского деревянного зодчества, позволяя понять состав орнаментальных знаков, содержащих как смысловое (сакральное), так и прагматическое (обережное, защитное и эстетическое) значение.

Список источников

1. Ополовников А. В. Памятники деревянного зодчества Карело-Финской ССР. М. : Гос. изд-во лит. по строительству и архитектуре, 1955. 195 с.

2. Пермиловская А. Б. Крестьянский дом в культуре Русского Севера (XIX – начало XX века). Архангельск : Правда Севера, 2005. 312 с.

3. Стасов В. В. Коньки на крестьянских крышах // Собрание сочинений : в 4 т. Т. 2. СПб. : 1894. С. 105–114.

Научная статья
УДК 004.7:630

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВОГО КОНТУРА ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Данил Сергеевич Ячменев[1], Евгений Николаевич Щепеткин[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] danilyachmenyov@outlook.com
[2] shchepetkinen@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены угрозы кибербезопасности лесного комплекса. Предложена стратегия киберустойчивости, интегрирующая организационные, технические и образовательные меры для защиты цифрового контура.

Ключевые слова: киберустойчивость, лесной комплекс, информационная безопасность, цифровой контур

Для цитирования: Ячменев Д. С., Щепеткин Е. Н. Стратегия обеспечения киберустойчивости цифрового контура предприятий лесной отрасли // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1207−1210.

Original article

A STRATEGY FOR ENSURING CYBER RESILIENCE OF THE DIGITAL CONTOUR OF FOREST INDUSTRY ENTERPRISES

Danil S. Yachmenev[1], Evgeny N. Shchepetkin[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] danilyachmenyov@outlook.com
[2] shchepetkinen@m.usfeu.ru

Abstract. The potential threats to the cybersecurity of the forest sector are considered. A strategy for cyber resilience is proposed, which integrates organizational, technical, and educational measures to protect digital infrastructure.

Keywords: cyber resilience, forest complex, information security, digital contour

© Ячменев Д. С., Щепеткин Е. Н., 2026

For citation: Yacmenev D. S., Shchepetkin E. N. (2026) Strategiya obespecheniya kiberustojchivosti cifrovogo kontura predpriyatij lesnoj otrasli [A strategy for ensuring cyber resilience of the digital contour of forest industry enterprises]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific crea-tivity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1207–1210. (In Russ).

Современные предприятия лесного комплекса (ЛК) переживают этап активной цифровой трансформации. Внедрение систем точного лесоводства, спутникового мониторинга, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), интернета вещей (IoT) для отслеживания техники и SCADA-систем для управления технологическими процессами на лесопильных и целлюлозно-бумажных производствах формирует сложный цифровой контур. Данный контур становится критически важным активом, отказоустойчивость и безопасность которого напрямую влияют на экономическую и экологическую стабильность отрасли. Однако специфика ЛК делает его уязвимым для целевых кибератак, последствия которых могут варьироваться от хищения коммерческой информации до экологических катастроф и масштабных экономических потерь. В этом контексте традиционный подход, ориентированный лишь на предотвращение инцидентов, недостаточен. Требуется стратегия, нацеленная на обеспечение киберустойчивости – способности системы непрерывно выполнять свои функции перед лицом деструктивных кибервоздействий, адаптироваться к ним и восстанавливаться после них. Целью данной статьи является разработка комплексной стратегии обеспечения киберустойчивости цифрового контура предприятий лесной отрасли.

Цифровой контур ЛК характеризуется высокой степенью гетерогенности, объединяя операционные (OT) и информационные (IT) технологии. Ключевыми компонентами являются:

- геоинформационные системы (ГИС) и системы дистанционного зондирования Земли;
- системы управления предприятиями (ERP, CRM);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП/SCADA) на перерабатывающих заводах;
- системы мониторинга транспорта и логистики на базе IoT;
- данные лесоустройства и кадастровые системы.

Специфические угрозы для данной экосистемы включают:

1) атаки на целостность и доступность геоданных: злоумышленное искажение данных о границах лесных участков, породном составе или данных дистанционного зондирования может привести к незаконным вырубкам, ошибкам в планировании и многомиллионным убыткам;

2) компрометация АСУ ТП: взлом систем управления на целлюлозно-бумажном комбинате или лесопильном заводе способен вызвать остановку производства, порчу оборудования или техногенную аварию [1];

3) кража интеллектуальной собственности: речь идет о планах лесовосстановления, запасах древесины, ноу-хау в области переработки, что подрывает конкурентные преимущества;

4) Ransomware-атаки: шифрование данных, парализующее работу предприятия, от планирования рубок до отгрузки готовой продукции;

5) цепочечные атаки через контрагентов: уязвимости в системах партнеров (логистических, сервисных компаний) могут быть использованы для проникновения в сеть головного предприятия.

Предлагаемая стратегия основывается на принципах проактивности, непрерывности и глубокой интеграции в бизнес-процессы. Она состоит из трех взаимосвязанных компонентов.

Организационно-управленческий компонент

На данном уровне осуществляется интеграция управления киберрисками в общую систему корпоративного управления:

- создание центра мониторинга безопасности (SOC): специализированный SOC для ЛК должен быть настроен на корреляцию событий не только из IT-сетей, но и из OT-сред (SCADA, IoT-сенсоры), а также внешних источников (данные спутникового мониторинга);
- внедрение системы управления рисками по стандартам (NIST CSF, ISO 27005): проведение регулярной оценки рисков с фокусом на критически важные активы – ГИС, АСУ ТП, базы данных лесоустройства. За основу может быть взят рамочный стандарт NIST CSF, обеспечивающий гибкий и комплексный подход [2];
- разработка и регулярное обновление плана реагирования на инциденты и обеспечения непрерывности бизнеса (IRP/BCP): План должен включать сценарии отработки атак на ключевые технологические процессы.

Технико-технологический компонент

Данный компонент нацелен на реализацию практических мер защиты:

- сегментирование сети: строгое разделение IT- и OT-сетей, а также сегментирование внутри OT-сегмента (например, отделение сети управления лесопилкой от сети управления котельной). Это является одной из базовых мер защиты критической информационной инфраструктуры [3];
- защита периметра и критических активов: внедрение межсетевых экранов нового поколения (NGFW), систем обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS), адаптированных для OT-протоколов;
- резервное копирование и восстановление: внедрение отказоустойчивой системы резервного копирования с регулярным тестированием процедур восстановления для ключевых данных (ГИС, конфигурации АСУ ТП).

Образовательно-просветительский компонент

Человеческий фактор остается одним из ключевых векторов атак. Требуется специализированное обучение персонала, которое включает проведение регулярных тренингов по кибергигиене не только для офисных сотрудников, но и для инженеров и технологов, работающих с АСУ ТП. Повышение осведомленности является ключевым элементом стратегии безопасности.

Модель реализации и ожидаемые результаты

Реализация стратегии должна носить итеративный характер по схеме «Оценка – Защита – Обнаружение – Реагирование – Восстановление». На первом этапе проводится аудит и картографирование цифрового контура. Затем внедряются базовые средства защиты и сегментации. Следующим шагом развертываются системы мониторинга и обнаружения аномалий. Завершающими циклами являются отработка механизмов реагирования и восстановления.

Ожидаемыми результатами внедрения стратегии являются:

- снижение времени простоя критических систем на 40…60 %.
- минимизация финансовых потерь от киберинцидентов;
- повышение доверия со стороны регуляторов, инвесторов и партнеров;
- создание конкурентного преимущества за счет надежности и предсказуемости бизнес-процессов.

Цифровая трансформация лесного комплекса необратима, а вместе с ней растет и киберугроза. Предложенная стратегия обеспечения киберустойчивости представляет собой комплексный ответ на этот вызов. Она позволяет перейти от пассивной защиты к построению адаптивной системы, способной противостоять современным кибератакам, минимизировать их последствия и обеспечивать непрерывное выполнение ключевых функций. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку отраслевых стандартов и математических моделей для оценки уровня киберустойчивости конкретных предприятий лесного комплекса.

Список источников

1. Штефан Д. Защита промышленных систем управления: угрозы и меры противодействия // Труды СПИИРАН. 2020. Т. 19, № 2. С. 345–368.

2. Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity. National Institute of Standards and Technology (NIST), 2018. 55 p.

3. Соколов А. В., Петров И. И. Информационная безопасность объектов критической информационной инфраструктуры. М. : Горячая линия – Телеком, 2021. 254 с.

Системы искусственного интеллекта в науке, промышленности и образовании

Научная статья
УДК 630.52:587/588

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Руслан Азадович Гусейнов[1], **Сергей Петрович Санников**[2], **Владимир Викторович Побединский**[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ruslanguseynov2000@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] pobedinskii@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обучения искусственного интеллекта в процессе научных исследований. Сделан анализ существующих интеллектуальных систем и их использования как инструмента в научной области. Рассмотрены современные тенденции и направления развития искусственного интеллекта и структурная схема GPT. Предложена структурная схема алгоритма обучения искусственного интеллекта в научных исследованиях для технических систем управления.

***Ключевые слова*:** моделирование, искусственный интеллект, алгоритм, обучение, лес

Для цитирования: Гусейнов Р. А., Санников С. П., Побединский В. В. К вопросу исследования искусственного интеллекта в техническом вузе // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1212−1216.

© Гусейнов Р. А., Санников С. П., Побединский В. В., 2026

Original article

ON THE ISSUE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Ruslan A. Guseinov[1], Sergey P. Sannikov[2], Vladimir V. Pobedinsky[3]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ruslanguseynov2000@gmail.com
[2] sannikovsp@m.usfeu.ru
[3] pobedinskii@m.usfeu.ru

Abstract. The article considers the problem of artificial intelligence training in the process of scientific research. The analysis of existing intelligent systems and their use as a tool in the scientific field is made. The current trends and directions of artificial intelligence development and a structural diagram of GPT are considered. A structural diagram of an algorithm for training artificial intelligence in scientific research for technical control systems is proposed.

Keywords: modeling, artificial intelligence, algorithm, learning, forest

For citation: Guseinov R. A., Sannikov S. P., Pobedinsky V. V. (2026) K voprosu issledovaniya iskusstvennogo intellekta v texnicheskom vuze [On the issue of artificial intelligence research at a technical university]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1212–1216. (In Russ).

Искусственный интеллект, квантовый компьютер – эти слова сегодня стали привычными и применяются абсолютно во всех сферах. Данное словосочетание появилось в 1956 г. на семинаре по разработке и решению логических задач, а далее закрепилось в названии аналогичной Международной конференции в 1969 г. (Joint Conference on Artificial Intelligence – JCAI), после в названии европейской конференции (European Conference on Artificial Intelligence – ECAI). Слово intelligence в английской транскрипции носит понятие «*умение рассуждать разумно*», а русской – интеллект [1]. Конечно, английская транскрипция выглядит правильно по сути словосочетания, но русская транскрипция дала широкий вектор развития и применения этого словосочетания.

Как видим из предыдущего, совершенствование логических алгоритмов и кодов программ происходит длительное время и с появлением в будущем квантовых компьютеров не прервется, а приобретет новый толчок развития. Это видно по развитию алгоритмов компьютерных программ – по принципу от простого к сложному. Наряду с математической логикой Буля пришла нечеткая логика (fuzzy logic), а далее придет язык, который

интегрирует в себя уникальные аспекты квантовых вычислений, такие как суперпозиция и квантовая запутанность.

Поэтому искусственный интеллект, с которым мы имеем дело в настоящее время, будет вынужден преобразоваться, может, приобретет новое наименование, но суть программы от этого не изменится. Появление сложных алгоритмов вынуждает программистов прибегать к помощи искусственного интеллекта при разработке программного кода сейчас. А от этого появляются новые проблемы, которые необходимо исследовать.

Поэтому в работе сформулирована **цель** – исследовать искусственный интеллект в управлении техническими системами.

Для решения этой цели поставлены следующие задачи:

– искусственный интеллект как научная область и направление исследований;

– современные тенденции развития искусственного интеллекта.

В работе использованы методы исследования и изучение материалов носителей информации, технологии формирования алгоритмов искусственного интеллекта для технических систем.

Для этого использовали материалы, опубликованные в открытой печати, системного *анализа сравнения* и выявления приемлемых технологий обучения искусственного интеллекта.

Из материалов А. А. Рябовой, М. Х. Гериевой видно, что в последнее время конференции и симпозиумы по искусственному интеллекту во многих странах активировались, в том числе азиатских и России [1]. Авторы определили основные направления научных исследований:

1) представление знаний в рамках направления задач, связанных с формализацией, и знаний в памяти интеллектуальных информационных систем (ИИС);

2) манипулирование знаниями с целью их использования в ходе решения задач, а для этого необходимо научить ИИС;

3) задачи восприятия и общения этого направления, включающие проблемы распознавания, понимания и синтеза связных текстов на естественном языке, зрительных образах;

4) восприятие и хранение знаний системой для обучения искусственного интеллекта;

5) взаимодействие искусственного интеллекта с окружающей средой по управлению техническими системами;

6) разработка аппаратного и программного обеспечения интеллектуальных информационных систем. В рамках этого направления создаются инструментальные средства для разработки ИИС, компьютеров, ориентированных на обработку различной информации, интеллектуальных роботов и т. д.

Современные тенденции развития искусственного интеллекта сформулированы А. Д. Висловой в своей работе [2]. Также основные направления

развития технологий искусственного интеллекта как инструмента научных исследований изложил Е. В. Осадчук [3]. В работе Е. В. Осадчук сформулировал национальную стратегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 г., разработал положения, способствующие развитию данной технологии, в качестве инструмента для научных исследований.

Анализ существующих алгоритмов искусственного интеллекта показал, что они работают по «одному сценарию», предложенному GPT. Блок-схема архитектуры GPT показана на рис. 1.

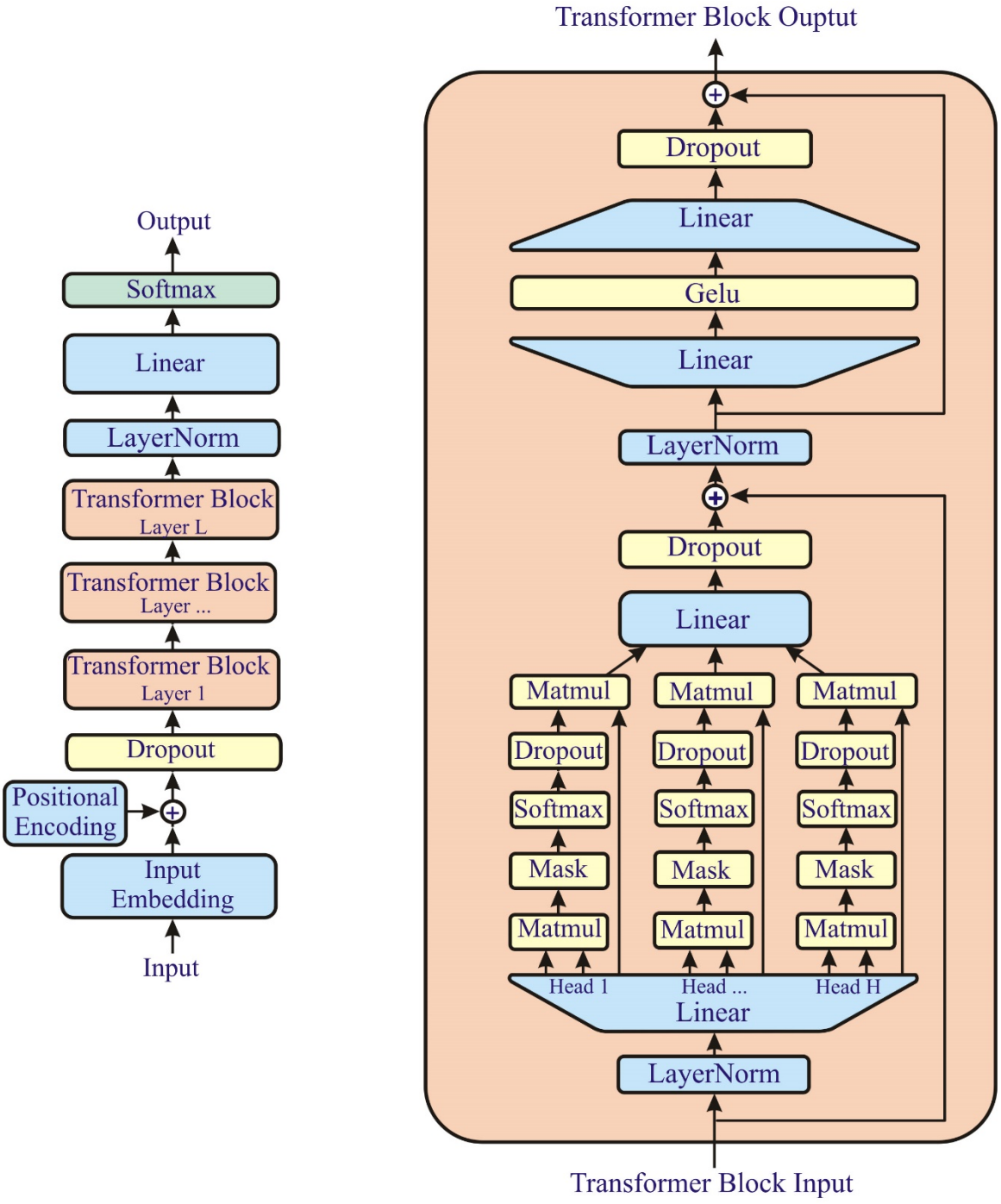


Рис. 1. Полная блок-схема архитектуры GPT

Очень важной функцией искусственного интеллекта является процесс обучения. Вводимые данные задач обучения должны производиться в оперативном режиме. Нами разработана структурная схема алгоритма обучения искусственного интеллекта для научных исследований (рис. 2).

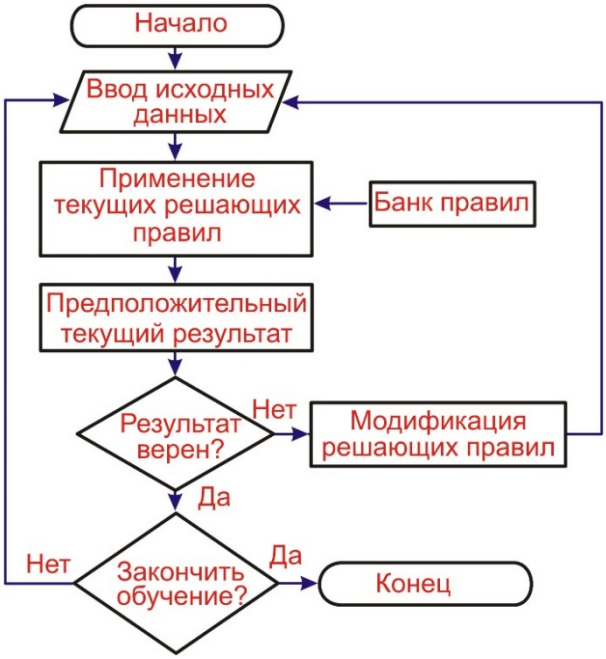


Рис. 2. Структурная схема алгоритма обучения искусственного интеллекта для научных исследований

Использование предложенного алгоритма в процессе обучения искусственного интеллекта любой свободно программируемой архитектуры позволит расширить объем исследуемых экспериментов в технических системах. Считаем, что поставленные задачи и цель выполнены.

Список источников

1. Рябова А. А., Гериева М. Х. Искусственный интеллект как научная область. Основные направления исследований // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2019. № 2. С. 62–64.

2. Вислова А. Д. Современные тенденции развития искусственного интеллекта // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 2 (94). С. 14–28.

3. Осадчук Е. В. Об основных направлениях развития технологий искусственного интеллекта как инструмента научных исследований // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7, № 1. С. 147–157.

Научная статья
УДК 630*23

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ЭКОТОНЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Екатерина Антоновна Костоусова[1], Юлия Олеговна Сайко[2], Сергей Павлович Паршин[3], Егор Михайлович Агапитов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] kostousova-katya@mail.ru
[2] julia.saiko.elk@ya.ru
[3] psp@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследованы закономерности зависимости диаметра ствола у шейки корня от радиуса кроны, использованы данные прямых измерений 886 экз. лиственницы сибирской. В исследовании были получены модели, основанные на методах машинного обучения, а также нелинейная регрессионная модель ($R^2 \geq 0{,}960$).

Ключевые слова: математико-статистические модели, верхняя граница леса, Полярный Урал, *Larix Sibirica* Ledeb

Благодарности: работа выполнена за счет средств гранта РНФ № 24-24-00235.

Для цитирования: Математико-статистические модели зависимости биометрических показателей лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале / Костоусова Е. А., Сайко Ю. О., Паршин С. П., Агапитов Е. М. // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1217−1220.

© Костоусова Е. А., Сайко Ю. О., Паршин С. П., Агапитов Е. М., 2026

Original article

MATHEMATICAL AND STATISTICAL MODELS OF THE DEPENDENCE OF BIOMETRIC INDICATORS OF SIBERIAN LARCH IN THE ECOTONE OF THE UPPER WOODY VEGETATION BOUNDARY IN THE POLAR URALS

Ekaterina A. Kostousova[1], Yulia O. Sayko[2], Sergey P. Parshin[3], Egor M. Agapitov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] kostousova-katya@mail.ru
[2] julia.saiko.elk@ya.ru
[3] psp@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Abstract. The patterns of dependence between trunk diameter at the root collar and crown radius were researched, using direct measurements of 886 Siberian larch specimens. The research obtained models based on machine learning methods, as well as a nonlinear regression model ($R^2 \geq 0.960$).

Keywords: mathematical and statistical models, upper forest boundary, Polar Urals, Larix Sibirica Ledeb

Acknowledgments: the work was supported by grant from the Russian Science Foundation (project No. 24-24-00235).

For citation: Matematiko-statisticheskie modeli zavisimosti biometricheskix pokazatelej listvennicy sibirskoj v e`kotone verxnej granicy drevesnoj rastitel`nosti na Polyarnom Urale [Mathematical and statistical models of the dependence of biometric indicators of siberian larch in the ecotone of the upper woody vegetation boundary in the Polar Urals] (2026) E. A. Kostousova, Yu. O. Sayko, S. P. Parshin, E. M. Agapitov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1217–1220. (In Russ).

Установленная по результатам многочисленных исследований экспансия древесной растительности в горную тундру обусловлена потеплением климата, происходящего с XX в. по настоящее время [1]. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для дистанционного зондирования окружающей среды позволяет получать сведения о различных объектах с высокой детализацией на ранее недоступном уровне традиционных методов. Объединение данных наземных исследований с результатами дистанционного мониторинга, осуществляемого с помощью БПЛА, существенно расширяет возможности анализа закономерностей пространственного

размещения лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности (Полярный Урал).

Наземные данные были получены в ходе работы на девяти круговых пробных площадях радиусом 11 м. На пробных площадях проводили измерение биометрических характеристик всех экземпляров лиственницы сибирской [2]. Измерения включали следующие параметры: координаты каждого древесного растения; высота ствола; диаметр ствола у шейки корня (Dr); для деревьев, превышающих данный порог, диаметр ствола на высоте 1,3 м (Dbh); измерения кроны в горизонтальной проекции по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Качество построенных моделей оценивали с применением стандартных метрик: коэффициента детерминации (R^2), среднеквадратичной ошибки (MSE), среднеквадратичного отклонения (RMSE) и средней абсолютной ошибки (MAE).

Моделирование проводили на массиве данных из 886 пар значений, который был случайным образом разделен на обучающую (70 %) и тестовую (30 %) выборку для валидации результатов. Расчет метрик для тестовой выборки выполнялся с помощью специализированного пакета Metrics [3]. Расчет метрик для тестовой выборки выполняли с использованием библиотек и языка программирования R в одноименной программной среде.

Значение коэффициента детерминации для ансамбля моделей составляет 0,968, модели «случайный лес» – 0,967, нелинейной регрессионной модели – 0,960. Результаты сравнительного анализа продемонстрировали, что метод машинного обучения «случайный лес», а также ансамбль моделей обеспечивают более высокую количественную адекватность по сравнению с таковой при применении моделей нелинейной регрессии.

Ключевым ограничением рассмотренных моделей машинного обучения, включая ансамбль моделей, является низкая прогностическая способность за пределами обучающей выборки. По этому показателю нелинейная регрессионная модель превосходит модели, основанные на методе машинного обучения. Поэтому для оценки значений диаметра ствола у шейки корня (используется как входной параметр в уравнениях комплексной оценки фитомассы лиственницы сибирской) предпочтительнее использовать нелинейную регрессионную модель следующего вида:

$$y = 13{,}463x^{1{,}185}, \qquad R^2 = 0{,}960.$$

Идентификация отдельных экземпляров лиственницы сибирской на аэрофотоснимках, полученных с использованием БПЛА, а также комплексный анализ радиуса крон с применением соответствующих уравнений (R) и формул для интегральной оценки фитомассы [4, 5] открывают возможности для количественной оценки фитомассы и содержания углерода всех деревьев лиственницы в экотоне района исследований.

Список источников

1. Altitudinal and horizontal shifts of the upper boundaries of open and closed forests in the Polar Urals in the 20th century / S. G. Shiyatov, M. M. Terent'ev, V. V. Fomin, N. E. Zimmermann // Russ. J. Ecol. 2007. № 38. P. 223–227. DOI: 10.1134/S1067413607040017

2. Reconstruction of the Expansion of Siberian Larch into the Mountain Tundra in the Polar Urals in the 20th-Early 21st Centuries / V. Fomin, A. Mikhailovich, D. Golikov, E. Agapitov // Forests. 2022. Vol. 13, № 3. DOI: 10.3390/f13030419

3. Carbon Storage by Siberian Larch in the Upper Treeline Ecotone in the Polar Urals / A. P. Mikhailovich, V. V. Fomin, D. Yu. Golikov [et al.] // Russian Journal of Ecology. 2025. Vol. 56. № 3. P. 200–207. DOI: 10.1134/S1067413624603695

4. Мазепа В. С., Шиятов С. Г. Динамика верхней границы леса на Полярном Урале в связи с изменениями климата // Вопросы географии: Исследования гор. Горные регионы северной Евразии. Развитие в условиях глобальных изменений. 2014. Vol. 137. P. 290.

5. Climate change evidence in tree growth and stand productivity at the upper treeline ecotone in the Polar Ural Mountains / N. M. Devi, V. V. Kukarskih, A. A. Galimova [et al.] // For. Ecosyst. 2020. № 7. DOI: 10.1186/s40663-020-0216-9

Научная статья
УДК 674

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАБОРА КУХОННОЙ МЕБЕЛИ ДЛЯ КВАРТИРЫ-СТУДИИ

Татьяна Андреевна Нагаева[1], Наталья Александровна Тарбеева[2]
[1, 2] Вятский государственный университет, Киров, Россия
[1] stud205191@vyatsu.ru
[2] nataly.ntar534@yandex.ru

Аннотация. В статье проанализированы перспективы внедрения искусственного интеллекта в сферу проектирования кухонной мебели для квартиры-студии. Рассмотрены основные этапы проектирования и вопросы распределения задач между человеком и искусственным интеллектом.

***Ключевые слова*:** набор кухонной мебели, квартира-студия, искусственный интеллект

***Для цитирования*:** Нагаева Т. А., Тарбеева Н. А. Использование искусственного интеллекта при проектировании набора кухонной мебели для квартиры-студии // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1221−1225.

Original article

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DESIGNING A KITCHEN FURNITURE SET FOR A STUDIO APARTMENT

Tatiana A. Nagaeva[1], Natalya A. Tarbeeva[2]
[1, 2] Vyatka State University, Kirov, Russia
[1] stud205191@vyatsu.ru
[2] nataly.ntar534@yandex.ru

***Abstract*.** This article analyzes the prospects for implementing artificial intelligence in the design of kitchen furniture for studio apartments. It examines the main design stages and the distribution of tasks between humans and artificial intelligence.

***Keywords*:** kitchen furniture set, studio apartment, artificial intelligence

© Нагаева Т. А., Тарбеева Н. А., 2026

***For citation*:** Nagaeva T. A., Tarbeeva N. A. (2026) Ispol`zovanie iskusstvennogo intellekta pri proektirovanii nabora kuxonnoj mebeli dlya kvartiry`studii [Using artificial intelligence in designing a kitchen furniture set for a studio apartment]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1221–1225. (In Russ).

В настоящее время как на первичном, так и на вторичном рынке недвижимости наблюдается рост спроса на квартиры-студии. Например, в Москве спрос на студии увеличился на 18 %, в Севастополе – на 7 %, в Новосибирске – на 6 % [1]. Отмечен значительный рост спроса (на 36 %) на квартиры-студии в г. Кирове [2].

Рост спроса на малогабаритные квартиры обусловлен преимущественно доступностью данного вида жилья для большинства социальных групп. Студии пользуются широким спросом особенно у студентов, молодых семей и инвесторов. Они привлекательны для сдачи в аренду или перепродажи после ремонта.

Малая жилая площадь квартиры диктует требование компактного размещения в ней мебели при сохранении эргономики и удобства пользования. В этой связи вопрос проектирования мебели для квартир-студий является актуальным.

Наиболее важной частью любой квартиры, в том числе студии, является кухня. Проектирование кухонной мебели – наиболее сложный, трудозатратный и ответственный процесс, требующий особых знаний и квалификации проектировщика.

Вместе с тем в настоящее время активно развиваются технологии искусственного интеллекта (ИИ). Они получают широкое распространение в разных сферах деятельности человека. Использование ИИ существенно изменяет подходы к проектированию и производству различных изделий, в том числе мебели [3]. В связи с этим целью данной статьи является анализ потенциала применения ИИ в проектировании набора кухонной мебели для квартиры-студии.

Начальным этапом проектирования набора кухонной мебели для квартиры-студии является сбор исходных данных и их анализ. Исходные данные должны включать информацию о трендах в дизайне мебели, предпочтениях потребителей, существующих планировках квартир, современных мебельных технологиях, нормативно-технических требованиях и т. п. Использование технологий ИИ на данном этапе дает возможность получить информацию по каждому запрашиваемому вопросу в структурирован-

ном виде. Дальнейший анализ полученной информации выполняется непосредственно дизайнером или проектировщиком. Именно они принимают решение об использовании той или иной информации в своем проекте [4].

Следующий этап проектирования – выбор общей концепции, дизайна и размеров будущей кухонной мебели. При решении данных вопросов важно учитывать особенности помещения, цветовые предпочтения потребителей, их требования к материалам, функциональным элементам и эргономике будущего изделия. Технологии ИИ способны с учетом запрашиваемых критериев сгенерировать множество вариантов дизайна мебели, которые в дальнейшем человек может взять за основу для разработки собственного проекта. Такой подход к разработке дизайна позволяет существенно сэкономить временные и трудовые ресурсы. Дизайнеры отмечают: «ИИ значительно улучшает процессы визуализации и прототипирования. Современные инструменты на его базе позволяют в реальном времени создавать точные 3D-модели мебели с высоким уровнем детализации. Такие технологии дают пользователям возможность экспериментировать с будущими предметами мебели, изменяя их характеристики» [5].

Кроме того, ИИ может быть использован для выбора материалов и расчета их потребного количества, что в дальнейшем, на этапе производства, будет способствовать снижению издержек и уменьшению отходов.

ИИ уже внедрен в такие инструменты, как Adobe Sensei и Uizard для автоматизации различных аспектов разработки макетов. С помощью инструментов Midjourney и Stable Diffusion существует возможность подбирать гармоничные цветовые решения и создавать сложные визуальные композиции. Программные продукты Blender и Unreal Engine, используя ИИ, существенно ускоряют процессы моделирования, улучшая качество итоговых визуализаций. Нейросети Kampus AI, Study AI и AiWriteAtr становятся независимыми помощниками в разработке чертежей, их автоматической генерации, подборе требований к изделиям и нормативной документации, а также в расчетах необходимых материалов.

Продемонстрировать потенциал ИИ можно на практическом примере – процессе проектирования набора кухонной мебели для квартиры-студии.

В результате анализа запроса «Статистика роста спроса на квартиры-студии в период с 2020 по 2024 гг.» GPT-5 вычислил средний ежегодный прирост спроса на данный вид жилья в Москве, составивший 14,87 %. Дополнительно была проведена оценка распределения спроса между ключевыми социальными группами: молодежь (до 35 лет) – 60 % доли рынка, семьи с детьми – 20 %, инвесторы – 15 %, иностранцы – 5 %. Прогноз на 2026 г. указывает умеренный рост спроса в среднем на 10 %.

В рамках запроса «Анализ современных тенденций в дизайне кухонного гарнитура для квартиры-студии» выделены основные направления, включающие минимализм и простоту линий, светлую цветовую гамму, матовое покрытие, многофункциональность, встроенную технику, открытые

системы хранения, эко-материалы и экологические решения. Для каждого из этих направлений представлены аргументированные обоснования и примеры практического применения.

Нейросеть Midjourney по выявленным ранее тенденциям сгенерировала дизайн современного модульного кухонного гарнитура для квартиры-студии, представленного на рисунке.

В дальнейшем при проектировании данного кухонного гарнитура планируется активно задействовать все упомянутые возможности ИИ.



Дизайн набора кухонной мебели, разработанного Midjourney

Таким образом, при проектировании кухонной мебели инструменты ИИ могут быть использованы при анализе пользовательских предпочтений, создании автоматизированных дизайнерских решений, разработке персонализированных продуктов. Использовании инструментов ИИ позволит повысить общую эффективность работы проектировщика и сделать процесс проектирования мебели более увлекательным, доступным и ориентированным на индивидуальные запросы потребителей.

Список источников

1. Недвижимость // Federalcity : [сайт]. URL: https://federalcity.ru/ 18327-po-itogam-2024-goda-v-rossii-vyros-spros-na-studii-osobenno-v-stolice-i-v-juzhnyh-regionah.html (дата обращения: 25.11.2025).

2. В Кирове на 36 % вырос спрос на покупку квартир-студий // Bnkirov.ru : [сайт]. URL: https://bnkirov.ru/news/ekonomika/v-kirove-na-36-vyros-spros-na-pokupku-kvartir-studiy/ (дата обращения: 27.11.2025).

3. Седойкина А. А. Перспективы внедрения системы искусственного интеллекта для повышения эффективности бизнес-процессов в call-центре //

Human Progress. 2020. Т. 6. Вып. 2. URL: http://progress-human.com/images/2020/Tom6_2/Sedoykina.pdf, свободный. DOI: 10.34709/IM.162 (дата обращения: 25.11.2025).

4. Искусственный интеллект в дизайне мебели : [сайт]. URL: https://everprof.ru/blog/iskusstvennyj-intellekt-v-dizajne-mebeli-kak-algoritmy-menyayut-rynok/ (дата обращения: 26.11.2025).

5. Савинская Д. Н. Искусственный интеллект и базы данных: как ИИ может изменить работу и архитектуру // Современные векторы развития науки : сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 г. Краснодар, 2024. С. 475–476.

Научная статья
УДК 630.160.22.

РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ДРЕВОСТОЯМИ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА УЧАСТКАХ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА «УРАЛ-КАРБОН»

Сергей Павлович Паршин[1], Юлия Олеговна Сайко[2], Владимир Евгеньевич Рогачев[3], Егор Михайлович Агапитов[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] ccenter@m.usfeu.ru
[2] julia.saiko.elk@ya.ru
[3] rogachevve@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучение новых зависимостей таксационных признаков основных лесообразующих пород является важным звеном в борьбе с потеплением климата. Статья дает результаты поиска зависимостей DBH от горизонтальной проекции кроны и высоты при помощи четырех моделей машинного обучения в среде программирования R.

Ключевые слова: оценка углерода, данные дистанционного зондирования, среда R

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетных тем Министерства науки и высшего образования FEUG-2023-0002 и FEUZ-2024-0011.

Для цитирования: Разработка дистанционного метода оценки депонирования углерода древостоями основных лесообразующих пород Свердловской области на участках карбонового полигона «Урал-Карбон» / С. П. Паршин, Ю. О. Сайко, В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1226–1229.

© Паршин С. П., Сайко Ю. О., Рогачев В. Е., Агапитов Е. М., 2026

Original article

DEVELOPMENT OF A REMOTE SENSING METHOD FOR ASSESSING CARBON DEPOSITION BY FOREST STANDS OF THE MAIN FOREST-FORMING SPECIES OF THE SVERDLOVSK REGION IN THE SITES OF THE «URAL-CARBON» CARBON LANDFILL

Sergey P. Parshin[1], Yulia O. Sayko[2], Vladimir E. Rogachev[3], Egor M. Agapitov[4]
[1–4] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] ccenter@m.usfeu.ru
[2] julia.saiko.elk@ya.ru
[3] rogachevve@m.usfeu.ru
[4] agapitovem@m.usfeu.ru

Abstract. Investigation of new dependencies of the taxation features of the main forest-forming species is an important element in the fight against climate warming. The article presents the results of a search for dependencies between DBH crown horizontal projection and height using four machine learning models in the R programming environment.

Keywords: carbon assessment, remote sensing data, R programming environment.

Acknowledgements: The work was carried out as part of the implementation of the state budget topics of the Ministry of Science and Higher Education FEUG-2023-0002 and FEUZ-2024-0011.

For citation: Razrabotka distancionnogo metoda ocenki deponirovaniya ugleroda drevostoyami osnovny`x lesoobrazuyushhix porod Sverdlovskoj oblasti na uchastkax karbonovogo poligona Ural-Karbon [Development of a remote sensing method for assessing carbon deposition by forest stands of the main forest-forming species of the Sverdlovsk region in the sites of the "Ural-Carbon" carbon landfill] (2026) S. P. Parshin, Yu. O. Sayko, V. E. Rogachev, E. M. Agapitov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1226–1229. (In Russ).

В связи с глобальным потеплением оценка пулов углерода лесных экосистем является актуальной задачей, поэтому целью исследования было получение нового метода количественной оценки объема депонирования углерода древостоями карбонового полигона Свердловской области. Исследования проводились на участке «Урал-Карбон» (Коуровка) (133,8 га), который расположен в 23-м квартале Кузинского участкового лесничества

Билимбаевского лесничества, и «Урал-Карбон» (Северка), расположенном в 35-м, 36-м, 40-м, 41-м, 42-м кварталах Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества [1, 2].

На участках было заложено 24 пробных площади постоянного радиуса (13,82 м). Получены следующие показатели: горизонтальная проекция кроны, диаметр на 1,3 м; возраст; высота; порода дерева [3]. Территория полигона отснята при помощи БПЛА, получены ортофотопланы, проведена мультиспектральная и лидарная съемка.

На основе наземных измерений биометрических параметров деревьев на пробных площадях получены модели на принципах машинного обучения (ансамбль из четырех моделей; «случайный лес»; нейросеть) и модель множественной линейной регрессии. Модели получены в среде программирования R. Выборка для моделей состояла из 1122 деревьев основных лесообразующих пород (сосна, ель, пихта, береза, лиственница). Исходная выборка делилась на тестовую (70 %), на основе которой были получены модели и обучающую (30 %).

По результатам работы моделей получены следующие коэффициенты детерминации зависимости диаметра на высоте 1,3 м (DBH) от горизонтальной проекции кроны и высоты. Для ели, пихты и лиственницы R^2 составляет 0,91–0,97, для сосны и березы – 0,70–0,71.

На основе дистанционных данных распознаны все видимые на снимках кроны (более 65 тыс. шт.), получены горизонтальные проекции крон, проведено распределение распознанных крон по породам, по лидарным данным получен растр высот. Этот растр совмещен с проекциями крон и получены высоты для каждого дерева. Определен коэффициент для невидимой части (15 % фитомассы) крон: 1,176 [4].

На основе данных дистанционного зондирования и математико-статистических моделей с применением региональных аллометрических уравнений оценки фитомассы В. А. Усольцева [5], где входным параметром является диаметр ствола на высоте 1,3 м, удалось получить количественные запасы углерода для 63 458 шт. деревьев. Это позволило охватить всю территорию исследований и оценить общий запас углерода, который составляет 154,3 т/га.

Список источников

1. Научные исследования и разработки Уральского государственного лесотехнического университета в области климатических проектов / В. В. Фомин, С. В. Залесов, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4 (87). С. 4–17. DOI: 10.51318/FRET.2023.87.4.012

2. Полигон «Урал-Карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 4–14. DOI: 10.51318/ FRET.2021.89.34.001

3. Оценка запаса углерода в древостоях карбонового полигона Свердловской области на участке «Урал-Карбон» (Северка) / В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов, В. В. Фомин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4(83). С. 4–9. DO: 10.51318/FRET.2022.88.53.001

4. Депонирование углерода основными лесообразующими древесными породами карбонового полигона Свердловской области / В. В. Фомин, В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4(91). С. 4–16. DOI: 10.51318/FRET.2024.91.4.001

5. Усольцев В. А., Цепордей И. С., Норицин Д. В. Аллометрические модели биомассы деревьев лесообразующих пород Урала // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1(80). С. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2022.85.72.001

Научная статья
УДК 004.89.615.224

СОЗДАНИЕ ПЕПТИДА НА ОСНОВЕ ПРОТЕОМНОЙ БАЗЫ

Степан Витальевич Самойлов[1], Сергей Леонидович Тихонов[2]
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] stepan5amoilov@yandex.ru
[2] tihonov75@bk.ru

Аннотация. Статья описывает дизайн антигипергликемических пептидов с использованием UniProt. Определены ключевые параметры, что подтверждает эффективность вычислительных методов. Новые последовательности – перспективные кандидаты для исследований активности, токсичности и стабильности.

Ключевые слова: компьютерный дизайн пептидов, антигипергликемические пептиды, биоинформационный анализ, использование протеомных баз данных, молекулярное моделирование

Для цитирования: Самойлов С. В., Тихонов С. Л. Создание пептида на основе протеомной базы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1230−1234.

Original article

CREATION OF A PEPTIDE BASED ON A PROTEOMIC BASE

Stepan V. Samoilov[1], Sergey L. Tikhonov[2]
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] stepan5amoilov@yandex.ru
[2] tihonov75@bk.ru

Abstract. The article describes the design of antihyperglycemic peptides using UniProt. The key parameters have been determined, which confirms the effectiveness of computational methods. The new sequences are promising candidates for research of activity, toxicity, and stability.

Keywords: computer design of peptides, antihyperglycemic peptides, bioinformatic analysis, use of proteomic databases, molecular modeling

© Самойлов С. В., Тихонов С. Л., 2026

For citation: Samoilov S. V., Tikhonov S. L. (2026) Sozdanie peptida na osnove proteomnoj bazy` [Creation of a peptide based on a proteomic base]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1230–1234. (In Russ).

Пептиды, как основополагающая часть всего живого, находят широкое применение в медицине благодаря своим функциям. Одной из важнейших функций пептидов является гормональная функция: пептиды способны действовать как гормоны, регулируя различные физиологические процессы. Пептиды выполняют значимую регуляторную функцию в нервной системе, выступая в роли ключевых медиаторов. Подобного рода пептиды используются для регулирования настроения, уровня боли и стресса. Благодаря структуре пептиды избирательно взаимодействуют с рецепторами или ферментами, обеспечивая мощное терапевтическое действие с минимальными побочными эффектами и низкой токсичностью.

Несмотря на существование множества методов для изучения белок-белковых взаимодействий, таких как коиммунопреципитация, аффинная очистка с масс-спектрометрией, кристаллография и флуоресцентный резонансный перенос энергии (FRET), их применение тесно связано с общими фундаментальными ограничениями: высокой стоимостью и трудозатратностью, ограниченным охватом исследований и нацеленность на существующие пептиды. В современной пептидологии при разработке препаратов используется компьютерное проектирование пептидов [1].

Метод компьютерного проектирования становится более эффективным благодаря развитию машинного обучения и нейронных сетей. Современные ресурсы, например UniProt, являются ключевой основой для компьютерного проектирования пептидов. Они предоставляют стандартизированные данные о белковых последовательностях и их функциях, которые, в свою очередь, используются для обучения моделей искусственного интеллекта.

Целью данной работы является создание пептида на основе протеомной базы UniProt.

Основными задачами исследования являются: идентификация нужных характеристик пептидов, определяющих их биологическую активность; создание пептидных последовательностей с заданными физико-химическими параметрами на основе базы UniProt; прогнозирование характеристик пептидов: активности (антигликемической), токсичности, устойчивости.

Для достижения цели был выбран антигликемический пептид. Для его создания были проанализированы несколько подобных пептидов (ГПП, эксенатид, С-пептид, лираглутид и INGAP-пептид) и выделены их ключевые

характеристики. Оптимальная длина пептида составила 30–50 аминокислот. Короткие пептиды (менее 30 аминокислот) теряют активность, а длинные (более 50) увеличивают иммуногенность. Средний заряд пептида составляет +2. Этот небольшой положительный заряд улучшает взаимодействие с клеточными мембранами. Изоэлектрическая точка (pI) пептида находится в оптимальном диапазоне 4,5–6,5, обеспечивает хорошую растворимость при pH крови и эффективное связывание с рецепторами. Значение GRAVY – в диапазоне от –0,5 до 0. Все пептиды гидрофильны, что гарантирует их растворимость в крови. Все пептиды имеют α-спирали, которые обеспечивают стабильность и связывание. Некоторые содержат трансмембранные домены для интеграции в мембрану и β-листы для жесткой структуры. Гидрофильные петли улучшают растворимость пептидов [2].

Для создания новых пептидов был проведен поиск в базе данных UniProt по ключевым словам antihyperglycemic peptide, GLP-1 и incretin mimetic [3–5]. Затем результаты были отфильтрованы по заданным характеристикам. На основе выявленных шаблонов и их консервативных участков были разработаны последовательности, которые сохранили ключевые функциональные элементы природных пептидов, и оптимизированы под целевые характеристики.

Последовательность № 1: Glu-Ala-Val-Glu-Leu-Ala-Ser-Lys-Pro-Leu-Arg-Glu-Leu-Leu-Ala-Gln-Ala-Leu-Glu-Lys-Ala-Phe-Val-Gln-Trp-Leu-Ile-Arg-Ser-Arg-Asp

Последовательность № 1 представляет собой входящую в оптимальный диапазон (30–50) последовательность аминокислот. Ее длина составляет 31 звено. Расчетный заряд приближается к +2. Изоэлектрическая точка (pI) составляет около 5,6, молекула обладает слабокислыми свойствами. Гидрофобность (GRAVY) равна примерно –0,3. Молекула имеет низкую гидрофобность и будет растворяться в воде. Предсказанная структура включает амфипатическую α-спираль (аминокислоты 10–25), где на одной стороне спирали находятся гидрофобные остатки (Leu, Val, Phe, Trp, Ile), обеспечивающие взаимодействие с рецептором. На другой же стороне спирали расположены гидрофильные остатки (Glu, Lys, Arg), которые способствуют растворимости молекулы в воде, ее контакту с водной средой. Участки, расположенные по краям спирали, обеспечивают ей гибкость. Молекулярное моделирование и предсказание свойств с помощью инструментов, таких как AlphaFold, подтвердили, что полученная последовательность соответствует заданным требованиям по длине, заряду, изоэлектрической точке, гидрофобности и вторичной структуре.

Последовательность №2: His-Ala-Glu-Gly-Thr-Phe-Thr-Ser-Asp-Val-Ser-Ser-Tyr-Leu-Glu-Gly-Gln-Ala-Ala-Lys-Glu-Phe-Ile-Ala-Trp-Leu-Val-Arg-Gly-Arg-Gly.

Последовательность № 2 состоит из 31 аминокислоты. Ее расчетный заряд составляет примерно +2. Изоэлектрическая точка (pl) находится в допустимом диапазоне (4,5–6,5) и равна 5,8. Гидрофобность (GRAVY) составляет –0,4, что попадает в оптимальный диапазон от –0,5 до 0, что указывает на умеренную гидрофильность. Это означает, что молекула обладает низкой гидрофобностью и, скорее всего, хорошо растворяется в воде.

В средней части цепи находится протяженная α-спираль, которая критически важна для связывания с рецептором ГПП-1. Гидрофильные остатки обеспечивают растворимость молекулы. Моделирование на молекулярном уровне и прогнозирование свойств подтвердили, что полученная последовательность соответствует заданным параметрам по длине, расчетному заряду, изоэлектрической точке, гидрофобности и вторичной структуре.

Полученные последовательности соответствуют ключевым критериям и являются гипотетическими кандидатами для дальнейшего исследования и экспериментального тестирования на антигипергликемическую активность, токсичность и стабильность.

В рамках исследования был успешно разработан компьютерный дизайн двух новых пептидных последовательностей, гипотетически обладающих антигипергликемической активностью. Анализ природных пептидов на основе протеомной базы данных UniProt позволил определить ключевые параметры: оптимальную длину (30–50 аминокислотных остатков), заряд (+2), изоэлектрическую точку (4,5–6,5) и гидрофобность (значение GRAVY от –0,5 до 0). Разработанные пептиды полностью соответствуют заданным характеристикам и включают структурные элементы, важные для их биологической активности. Полученные результаты подтверждают, что комбинация биоинформатического анализа с современными методами молекулярного моделирования является эффективным подходом к дизайну терапевтических пептидов. Описанные последовательности представляют собой перспективных кандидатов для дальнейших экспериментальных исследований.

Список источников

1. Main methods and tools for peptide development based on protein-protein interactions (PPIs) // Sciencedirect : [сайт]. URL: https://www.sciencedirect.com/science/ article/abs/pii/S0006291X25003377 DOI: 10.1016. (дата обращения: 11.10.2025).

2. Препараты для лечения сахарного диабета // Справочник MSO: [сайт]. URL : https://www.msdmanuals.com/ru/professional/эндокринные-и-метаболические-нарушения/сахарный-диабет-и-нарушения-углеводного-обмена/препараты-для-лечения-сахарного-диабета (дата обращения: 15.10.2025).

3. UniProt Consortium. GLUC_HUMAN (P01275) // Uniprot : [сайт]. URL : https://www.uniprot.org/uniprotkb/P01275/entry (дата обращения: 15.10.2025).

4. UniProt Consortium. ANPRC_HUMAN (P17342) // Uniprot : [сайт]. URL : https://www.uniprot.org/uniprotkb/P17342/entry (дата обращения: 20.10.2025).

5. UniProt Consortium. U3KRF3_YEASX (U3KRF3) // Uniprot : [сайт]. URL : https://www.uniprot.org/uniprotkb/U3KRF3/entry (дата обращения: 20.10.2025).

Научная статья
УДК 630.432

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ПЛОТНОСТИ И ГРАДИЕНТНОГО БУСТИНГА

Дмитрий Дмитриевич Стратонов[1], Сергей Павлович Паршин[2], Валерий Владимирович Фомин[3]
[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] stratonovdd@m.usfeu.ru
[2] psp@m.usfeu.ru
[3] fominvv@m.usfeu.ru

Аннотация. Построены модели прогнозирования рисков возникновения природных пожаров в Уральском федеральном округе в 2001–2024 гг. методами ядерной оценки плотности (KDE) и градиентного бустинга. Полученные модели обладают достаточно высоким уровнем количественной адекватности.

Ключевые слова: природные пожары, ядерная оценка плотности, градиентный бустинг, спутниковые данные MODIS

Благодарности: работа выполнена в рамках госбюджетной темы Министерства науки и высшего образования РФ (шифр темы FEUG-2023-0002).

Для цитирования: Стратонов Д. Д., Паршин С. П., Фомин В. В. Моделирование рисков возникновения природных пожаров с использованием методов ядерной плотности и градиентного бустинга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1235−1237.

© Стратонов Д. Д., Паршин С. П., Фомин В. В., 2026

Original article

MODELING WILDFIRE RISKS USING KERNER DENSITY ESTIMATION AND GRADIENT BOOSTING METHODS

Dmitry D. Stratonov[1], Sergey P. Parshin[3], Valery V. Fomin[2]
[1–3] Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] stratonovdd@m.usfeu.ru
[2] psp@m.usfeu.ru
[3] fominvv@m.usfeu.ru

Abstract. Models for predicting wildfire risks in the Ural Federal District from 2001 to 2024 were constructed using Kernel Density Estimation (KDE) and the Gradient Boosting machine learning method. The resulting models have a sufficiently high level of quantitative adequacy.

Keywords: wildfires, Kernel Density Estimation, gradient boosting, MODIS satellite data

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG-2023-0002.

For citation: Stratonov D. D., Parshin S. P., Fomin V. V. (2026) Modelirovanie riskov vozniknoveniya prirodny`x pozharov s ispol`zovaniem metodov yadernoj plotnosti i gradientnogo bustinga [Modeling wildfire risks using kernel density estimation and gradient boosting methods]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1235–1237. (In Russ).

Проведена оценка плотности вероятности возникновения термоточек на территории Уральского федерального округа (УрФО) за период с 2001 по 2024 гг. В исследовании использовали архивы спутниковых данных спектрометра MODIS [1]. Предварительный анализ их распределения на исследуемой территории показал необходимость обоснованного выбора параметров сглаживания для метода ядерной оценки плотности (KDE) – одного из эффективных методов оценки плотности вероятности событий.

Для построения растров плотности использовалась статическая ширина окна сглаживания $h \approx 17$ км. Выбор данной величины обоснован применением метода оценки по среднему расстоянию до ближайшего соседа. Экспериментально установлено, что для рассматриваемого набора данных именно фиксированное значение h является оптимальным, позволяя эффективно выявлять устойчивые очаги пожарной опасности без избыточного шума или чрезмерного сглаживания, характерного для больших окон.

На основе комплексного набора климатических (ERA5) [2], ландшафтных (ESA WorldCover [3], ASTER DEM [4]) и антропогенных (OpenStreetMap [5]) данных, используемых в качестве предикторов, были созданы прогностические модели машинного обучения непрерывной поверхности плотности вероятности возникновения пожаров. В качестве метода машинного обучения использовали градиентный бустинг. Валидацию моделей проводили по стратегии Leave-One-Year-Out, пять различных конфигураций моделей последовательно обучались на выборке n–1 лет и тестировались на каждом месяце исключенного из обучения года. Это позволило оценить обобщающую способность алгоритмов на независимых временных интервалах.

Например, для апреля анализ результатов показал, что коэффициент детерминации R^2 варьирует в широком диапазоне от 0,2 до 0,8. Наилучшие результаты ($R^2 > 0.6$) получены для периода с 2001 по 2018 гг., когда количество термоточек было значительно выше, чем в последующие годы.

Список источников

1. NASA FIRMS. MODIS Collection 6.1 NRT Hotspot / Active Fire Detections MCD14ML. 2024. // NASA.gov : [сайт]. URL : https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov (дата обращения: 26.11.2025).

2. Copernicus Climate Change Service (C3S). ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. 2017 // Copernicus.eu : [сайт]. URL : https://cds.climate.copernicus.eu (дата обращения: 26.11.2025).

3. ESA WorldCover. ESA WorldCover 10 m 2021 v200 / D. Zanaga [et al.] 2022 // esa-worldcover.org : [сайт]. URL: https://viewer.esa-worldcover.org (дата обращения:26.11.2025).

4. NASA/METI/AIST. ASTER Global Digital Elevation Model V003. 2019 // NASA.gov : [сайт]. URL : https://search.earthdata.nasa.gov

5. OpenStreetMap contributors. Russia/Ural Federal District Data. 2024 // Geofabrik.de : [сайт]. URL: https://download.geofabrik.de/russia/ural-fed-district.html (дата обращения: 26.11.2025).

Научная статья
УДК 656.11

МОНИТОРИНГ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Иван Степанович Коршунов[1], Ксения Павловна Сунцова[2], Ольга Сергеевна Гасилова[3], Ольга Михайловна Астафьева[4]
[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] mr.korsh17@gmail.com
[2] ksusha1905@gmail.com
[3] gasilovaos@m.usfeu.ru
[4] astafievaom@ m.usfeu.ru

Аннотация. В статье выполнены исследования параметров дорожного движения на улично-дорожной сети г. Верхний Тагил. Для повышения эффективности организации дорожного движения необходимо проводить мониторинг дорожного движения на территории муниципальных образований.

Ключевые слова: мониторинг дорожного движения, организация дорожного движения, транспортный поток, интенсивность дорожного движения, скорость движения

Для цитирования: Мониторинг дорожного движения / И. С. Коршунов, К. П. Сунцова, О. С. Гасилова, О. М. Астафьева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1238−1242.

Original article

TRAFFIC MONITORING

Ivan S. Korshunov[1], Ksenia P. Suntsova[2], Olga S. Gasilova[3], Olga M. Astafieva[4]
[1–4] Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russia
[1] mr.korsh17@gmail.com
[2] ksusha1905@gmail.com
[3] gasilovaos@m.usfeu.ru
[4] astafievaom@ m.usfeu.ru

Abstract. The article presents studies of traffic parameters on the street and road network of the city of Verkhny Tagil. In order to improve the efficiency of

© Коршунов И. С., Сунцова К. П., Гасилова О. С., Астафьева О. М., 2026

traffic management, it is necessary to monitor road traffic on the territory of municipalities.

Keywords: traffic monitoring, traffic management, traffic flow, traffic intensity, speed of movement

For citation: Monitoring dorozhnogo dvizheniya [Traffic monitoring] (2026) I. S. Korshunov, K. P. Suntsova, O. S. Gasilova, O. M. Astafieva. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1238−1242. (In Russ).

Вопросами мониторинга дорожного движения и анализа транспортных потоков активно занимаются специалисты в области организации дорожного движения. Научные изыскания в данной области направлены на повышение точности, оперативности и надежности сбора данных о параметрах транспортных потоков, что является критически важным для эффективного управления дорожным движением на улично-дорожной сети с большой интенсивностью транспортных потоков.

Мониторинг дорожного движения – сбор, обработка, накопление и анализ данных об основных параметрах дорожного движения в рамках организации дорожного движения. Основными целями мониторинга дорожного движения являются: формирование и реализация государственной политики по вопросам организации дорожного движения; оценка деятельности органов исполнительной власти всех уровней (федеральных, региональных, муниципальных) в сфере организации дорожного движения; обоснование мероприятий по организации дорожного движения; разработка комплекса мер, направленных на обеспечение эффективности организации дорожного движения [1–2].

При проведении мониторинга дорожного движения определяются основные параметры: интенсивность движения; состав транспортного потока; скорость движения; плотность движения; уровень обслуживания движения; средняя задержка транспортных средств; временной индекс. К методам проведения мониторинга дорожного движения можно отнести натурные методы, расчетные методы, отчетно-статистические методы и метод моделирования.

В качестве объекта исследования для выявления несоответствия уровня обслуживания движения на улично-дорожной сети был выбран г. Верхний Тагил (ул. Горняков, ул. Ленина, ул. Промышленный проезд, ул. Фрунзе, ул. Трудовая), где необходимо провести мониторинг дорожного движения [2]. Для проведения мониторинга дорожного движения использовались данные, полученные посредством записи и обработки видео и сигналов GPS с контрольного транспортного средства.

В ходе обследования параметров дорожного движения на заданных участках улично-дорожной сети (табл. 1) измерялась скорость движения автомобилей с учетом контрольного транспортного средства, чтобы определить уровень удобства движения в соответствующие временные периоды.

Таблица 1

Временные периоды

№ п/п	Временной период	Время обследования	Продолжительность обследования временного периода, $t_{об}$, ч
1	Утренний пиковый период	7.00–11.00	4
2	Дневной межпиковый период	12.00–15.00	3
3	Вечерний пиковый период	17.00–20.00	3
4	Ночной межпиковый период	22.00–01.00	3

Исходные данные были получены в процессе обработки записанных сигналов GPS и видеозаписи обследуемой улично-дорожной сети в г. Верхний Тагил в утренний пиковый период во вторник 25 февраля 2025 г. (рисунок).

В качестве контрольного транспортного средства был выбран автомобиль категории М1 – Nissan Qashqai.



Обследуемая улично-дорожная сеть

В процессе обработки данных треки разделили на сегменты с различной максимально допустимой скоростью. Для каждого сегмента были вычислены: средняя скорость движения, протяженность участка и время проезда.

Для определения уровня обслуживания дорожного движения использовался массив сигналов GPS для утреннего пикового периода. По всем участкам улично-дорожной сети выполнялась оценка уровня обслуживания дорожного движения с разбивкой по временным интервалам. Результаты расчета занесены в табл. 2.

Таблица 2

Уровни обслуживания дорожного движения улично-дорожной сети г. Верхний Тагил

	ул. Горняков	ул. Ленина		Промышленный проезд		ул. Фрунзе	ул. Трудовая
		Прямое	Обратное	Прямое	Обратное		
Протяженность	0,91	2,61	2,36	4,27	4,27	1,05	0,25
Средняя скорость КТС	31,57	31,31	33,28	41,98	39,49	39,30	34,25
Скорость ТС в условиях свободного движения	39,39	38,21	40	47,15	42,47	43,73	38,73
Уровень обслуживания	B	B	B	B	A	A	B

В результате проведенных расчетов были определены уровни обслуживания дорожного движения A и B. Для большей части участков улично-дорожной сети г. Верхний Тагил характерен уровень B, средняя скорость движения автомобилей достигает 70–90 % скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет 10–20 сек.

В результате анализа данных обследования дорожного движения с использованием контрольного транспортного средства были сопоставлены рассчитанные значения уровней обслуживания дорожного движения с допустимыми и критическими значениями, указанными в табл. 2. Полученные данные свидетельствуют о том, что на исследуемых участках дороги г. Верхний Тагил не нужно проводить дополнительное обследование дорожного движения на стационарных постах учета, т. к. рассчитанные уровни обслуживания дорожного движения соответствуют установленным допустимым значениям [3].

Применение данных, полученных при мониторинге дорожного движения, позволит оптимизировать работу светофорных объектов и других элементов транспортной инфраструктуры, прогнозировать и предотвращать наличие заторовых ситуаций, разрабатывать меры по повышению безопасности дорожного движения, планировать пути развития транспортной сети, проводить контроль за соблюдением правил дорожного движения и фиксацией их нарушений. Для эффективного мониторинга дорожного движения рекомендуется комбинировать различные методы и технические средства, учитывая специфику участка и задачи исследования.

Для оптимизации организации дорожного движения целесообразно проводить систематический мониторинг дорожного движения на улично-дорожной сети муниципалитетов.

Список источников

1. Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 29 декабря 2017 г. N 443-ФЗ // Гарант : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/71848756/ (дата обращения: 01.06.2025).

2. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. N 196-ФЗ // Гарант : [сайт]. URL: https://base.garant.ru/10105643/ (дата обращения: 01.10.2025).

3. Оценка применения технических средств организации дорожного движения / И. С. Коршунов, Д. Р. Матыков, О. С. Гасилова, О. М. Астафьева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 667–671.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Абишев К. Б., Демидова А. В., Шевелина И. В. Санитарное состояние деревьев тополя бальзамического в городских озеленительных посадках города Екатеринбурга 4
Abishev K. B., Demidova A. V., Shevelina I. V. Sanitary condition of balsam poplar trees in urban green spaces in Ekaterinburg
Аверин Д. В., Корякина Д. М. Использование удобрений и стимуляторов роста при выращивании деревьев и эффективность их применения 8
Averin D. V., Koryakina D. M. The use of fertilizers and growth stimulators in the cultivation of trees and the effectiveness of their usage
Агафонова Т. Н. Основные болезни и вредители еловых древостоев Удмуртской Республики в условиях их усыхания 13
Agafonova T. N. Main diseases and pests of spruce stands in the Udmurt Republic in the conditions of their drying out
Антонова Т. М., Овдина А. М., Лисотова Е. В. Влияние техногенной среды города Красноярска на морфометрические характеристики побегов липы мелколистной 18
Antonova T. M., Ovdina A. M., Lisotova E. V. Influence of the technogenic environment of Krasnoyarsk on the morphometric characteristics of small-leaved lime shoots
Анчугов А. А., Суслов А. В. Анализ расчетной лесосеки березовых насаждений на территории арендованного участка ООО «Ромбус» 23
Anchugov A. A., Suslov A. V. Analysis of the estimated cutting area of birch stands on the territory of the leased plot of Rombus LLC
Артеменко А. В., Симоненкова В. А. Формирование устойчивых защитных насаждений в экотоне «лес – степь» на территории Оренбургской области с использованием аборигенных древесных пород 28
Artemenko A. V., Simonenkova V. A. Formation of sustainable protective plantations in the «forest – steppe» ecotone on the territory of the Orenburg Region using aboriginal tree species
Балташева С. Ж., Архипов Е. В. Влияние режима ООПТ на сохранность редких видов орнитофауны 33
Baltasheva S. Zh., Arkhipov Y. V. The regime influence of specially protected natural territories on the conservation of rare species of ornitofauna

Баринова Н. С. Фенолкарбоновые кислоты экстрактов листьев рода *Populus* Красноярского края 38
Barinova N. S. Phenolcarboxylic acids of genus *Populus* leaf extracts of the Krasnoyarsk region
Барышников К. В., Панин И. А. Анализ горимости ГКУ СО «Березовское лесничество» за период 2014–2023 гг. 42
Baryshnikov K. V., Panin I. A. Analysis of forest fire frequency in the state public institution of the Sverdlovsk region "Berezovskoye Forestry" for the period 2014–2023
Белов М. Л., Абрамова Л. П., Сотникова Л. И. Анализ горимости лесов Рыбинского лесничества 46
Belov M. L., Abramova L. P., Sotnikova L .I. Analysis of forest fire frequency of Rybinsk forestry
Беспалов Ю. В., Новожилов А. С., Игнатовский О. А. Сохранность подроста при сплошнолесосечных рубках, выполненных по сортиментной технологии 51
Bespalov Y.V., Novozhilov A. S., Ignatovsky O. A. Preservation of undergrowth during continuous cutting using a variety technology
Бобрешов К. В., Голядкина И. В., Трещевская Э. И. Лесные культуры на хвостохранилище Лебединского ГОКа Курской магнитной аномалии 57
Bobreshov K. V., Golyadkina I. V., Treschevskaya E. I. Forest crops at the tailing dump of the Lebedinsky mining and processing plant of the Kursk Magnetic Anomaly
Боссерт Ю. С., Архипов Е. В. Гидрологическая депрессия озер ГНПП «Бурабай» как фактор усыхания прибрежных сосновых боров (2019–2020 гг.) 62
Bossert Y. S., Arkhipov Y. V. Hydrological depression of the lakes of the "Burabay" state national nature park as a factor in the drying out of coastal pine forests (2019–2020)
Букина М. Ю., Тухашвили Г. Г., Тишкина Е. А. Сезонный ритм роста апикальных вегетативных и генеративных побегов сортов *Syringa vulgaris* L. 67
Bukina M. Y., Tukhashvili G. G., Tishkina E. A. Seasonal growth rhythm of apical vegetative and generative shoots of *Syringa vulgaris* L. varieties
Вайтнер М. В., Павленко Е. А., Мартюшова Е. Г., Фролова Т. И. Стерилизация *Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) planch. ex maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) baill. при введении в культуру *in vitro* 72
Vaitner M. V., Pavlenko E. A., Martyushova E. G., Frolova T. I. Sterilization of *Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Maxim., *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. when introduced into culture *in vitro*

Валеева А. А., Ситникова О. Н. Цитофизиологический анализ бесхлорофильного каллуса Росянки английской (*Drosera Anglica* Huds.) 77
Valeeva A. A., Sitnikova O. N. Cytophysiological analysis of non-chlorophyll callus of English Sundew (*Drosera Anglica* Huds.)
Верзакова Ю. К., Башегурова Н. А. Экологический баланс территории жилого комплекса «Сибирский сад» 81
Verzakova Y. K., Basheguгova N. A. Ecological balance of the territory of the residential complex “Siberian Garden”
Волосов И. А., Сажина А. Д., Акжигитова Е. С., Сродных Т. Б. Состояние всходов 2025 года трех видов дуба на опытном участке УГЛТУ 85
Volosov I. A., Sazhina A. D., Akzhigitova E. S., Srodnykh T. B. The condition of seedlings of three oak species in 2025 at the experimental plot of USFEU
Вяткин Н. А., Гавва И. Н., Сычугова О. В. Влияние на снегораспределение придорожной лесозащитной полосы 90
Vyatkin N. A., Gavva I. N., Sychugova O. V. Influence of the roadside forest protective belt on snow distribution
Гильманова И. А. Индивидуальная изменчивость радиального прироста в культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на юге Башкортостана..... 94
Gilmanova I. A. Individual variability of radial growth in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in forest crops in the south of Bashkortostan
Гончар Д. В., Бородулин М. А., Орехова О. Н. Сравнительный анализ величины освещенности под пологом леса и на открытом пространстве 99
Gonchar D. V., Borodulin M. A., Orekhova O. N. Comparative analysis of the illumination values under the forest canopy and in open spaces
Двинянинова В. Г., Кулагина Л. С. Эколого-биологические особенности осины (*Populus tremula* L.): опыт исследования и перспективы использования..... 104
Dvinyaninova V. G., Kulagina L. S. Ecological and biological features of aspen (*Populus tremula* L.): research experience and prospects for use
Женблат Р. Влияние лесозаготовительной техники на корневые системы деревьев 108
Genblatt R. The influence of forestry equipment on tree root systems

Закирова Ю. И., Суханова В. А., Фролова Т. И. Особенности благоустройства парка имени П. П. Бажова и использование девичьего винограда в его озеленении 113
Zakirova Yu. I., Sukhanova V. A., Frolova T. I. Municipal improvement features of the park named after P. P. Bazhov and the use of maiden grapes in its landscaping
Зимарин М. С., Кочергина М. В. К проблеме видового разнообразия растений на бульварах города Воронежа 119
Zimarin M. S., Kochergina M. V. On the problem of plant species diversity on the boulevards of Voronezh
Золотухина Е. Р., Митракова А. А., Буланова О. С. Оценка состояния сосновых древостоев в Октябрьском районе города Красноярска 124
Zolotuhina E. R., Mitrakova A. A., Bulanova O. S. Assessment of the condition of pine stands in the Oktyabrsky district of Krasnoyarsk
Исеметова П. Р., Прохорова Т. В. Анализ лесопатологической обстановки на территории Свердловской области за 2024–2025 гг. 129
Isemetova P.I., Prokhorova T.V. Analysis of the forest pathological situation in the Sverdlovsk region in 2024–2025
Карпова Т. Н., Исламгулова Ф. С., Сычугова О. В., Постникова С. С. Влияние лесных насаждений на влажность воздуха 133
Karpova T. N., Islamgulova F. S., Sychugova O. V., Postnikova S. S. The influence of forest plantations on air humidity
Карпота К. А., Анчугова Г. В. Динамика роста березы на ветровальной площади 137
Karpota K. A., Anchugova G. V. Birch growth dynamics in a windfallen area
Клинов А. С., Новоселова К. П., Чеботок Е. М., Чермных А. И. Анализ габитуса взрослых насаждений сортообразцов смородины черной на пригодность для механизированной уборки урожая 142
Klinov A. S., Novoselova K. P., Chebotok E. M., Chermnykh A. I. Analysis of the habit of mature blackcurrant plantations for suitability for mechanized harvest
Ковязин В. Ф., Суранов Н. А. Обоснование выбора аэрофотосъемочного комплекса для мониторинга инвазии борщевика Сосновского на землях сельскохозяйственного назначения и лесного фонда 147
Kovyazin V. F., Suranov N. A. Justification of the choice of an aerial photography complex for monitoring Sosnovsky’s hogweed on agricultural and forest lands

Костоусова Е. А., Коритняк Е. Б., Стратонов Д. Д., Агапитов Е. М. Количественная оценка прироста фитомассы лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале за пятилетний период (2018–2023 гг.) 153
Kostousova E. A., Koritnyak E. B., Stratonov D. D., Agapitov E. M. Quantitative assessment of the growth of the siberian larch in the ecoton of the upper boundary of woody vegetation in the Polar Urals over a five-year period (from 2018 to 2023)
Кубатбеков Н. Б. Искусственное лесовосстановление на территории Ачинского лесхоза Республики Кыргызстан 157
Kubatbekov N. B. Artificial reforestation on the territory of the Achinsk Forestry Enterprise of the Republic of Kyrgyzstan
Кудымов Д. И., Сычугова О. В., Радостева Н. Л. Исследование лесопатологического состояния лесов Кудымкарского лесничества 162
Kudymov D. I., Sychugova O. V., Radosteva N. L. Investigation of the forest pathological condition of the Kudymkar forestry
Кузнецов Л. Е., Залесов С. В. Проблемы и пути решения организации лесного комплекса на территории Российской Федерации 167
Kuznetsov L. E., Zalesov S. V. Problems and solutions of the organization of the forest complex in the Russian Federation territory
Левин И. С., Сиволапов А. И., Левин С. В. Анализ интродукции псевдотсуги Мензиса в России 172
Levin I. S., Sivolapov A. I., Levin S. V. Analysis of the introduction of douglas fir in Russia
Лоос Е. М., Ковязин В. Ф., Иванов Д. А. Применение беспилотных воздушных судов для инвентаризации лесных ресурсов 178
Loos E. M., Kovyazin V. F., Ivanov D. A. Using unmanned aerial vehicles for forest resourse inventory
Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н., Залесов С. В. Влияние минерального состава питательной среды на микроклональное размножение представителей семейства *Rosaceae* L. 183
Martyushova E. G., Martyushov P. A., Markovskaya A. N., Zalesov S. V. The influence of nutrient medium mineral composition on micropropagation of *Rosaceae* L. species
Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н., Залесов С. В. Особенности размножения *in vitro Malus hybrid* 187
Martyushova E. G., Martyushov P. A, Markovskaya A. N., Zalesov S. V. Features of in vitro reproduction of Malus hybrida

Медведев С. А., Залесов С. В. Опыт создания лесных культур сосны обыкновенной на гидравлических полигонах золотодобычи 193
Medvedev S. A., Zalesov S. V. Experience of creating scots pine forest crops at gold mining hydraulic landfills
Медведева А. Н., Лозовская О. К., Сычугова О. В., Прохорова Т. В. Оценка рекреационного потенциала природного парка «Бажовские места» 197
Medvedeva A. N., Lozovskaya O. K., Sychugova O. V., Prohorova T. V. Assessment of the recreational potential of the "Bazhov Places" Natural Park .....
Микеладзе Ш. Э., Бунькова Н. П. Влияние рекреационного воздействия на встречаемость живого напочвенного покрова в условиях Карасье-Озерского лесного парка города Екатеринбурга 201
Mikeladze Sh. E., Bunkova N. P. The influence of recreational impact on the occurrence of living ground cover in the Karas-Ozersky forest park conditions in Ekaterinburg
Михалева М. И., Сычугова О. В. Приложения для мобильных устройств, облегчающие проведение таксационных работ 206
Mikhaleva M. I., Sychugova O.V. Applications for mobile devices that facilitate taxation works
Мищенко А. А., Барайщук Г. В., Дегтярев А. И., Оленбергер С. А. Возрастание вредоносности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* в дендрологических коллекциях Омского ГАУ 211
Mishchenko A. A., Barayshchuk G. V., Degtyarev A. I., Olenberger S. A. Increasing harmfulness of lime leaf miner Phyllonorycter issikii in the dendrological collections of the Omsk State Agrarian University .....
Мордвинова Е. Ю., Мартюшов П. А., Мартюшова Е. Г., Агафонова Г. В. Фенологические наблюдения за кустарниками рода *Berberis* L. ботанического сада УГЛТУ «Уральский сад лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова» (УСЛК) 217
Mordvinova E. Y., Martyushov P. A., Martyushova E. G, Agafonova G. V. Phenological observations of genus *Berberis* L. shrubs at the botanical garden of the USFEU "Ural garden of medicinal crops named after professor L. I. Vigorov" (UGMC)
Мухометжанова Е. Е., Сычугова О. В. Анализ санитарного состояния деревьев в лесопарке Лесоводов России города Екатеринбурга 223
Mukhometzhanova E. E., Sychugova O. V. Analysis of the sanitary condition of trees in the forest park of Russian Foresters in Ekaterinburg

Нахтигаль Д. О., Башегурова Н. А. Экологический баланс территории жилого комплекса «Шишимская горка» 227
Nakhtigal D. O., Basheguгova N. A. Ecological balance of the territory of the residential complex “Shishimskaya gorka”
Невзоров Д. А., Сальникова И. С. Исследование строения сосновых древостоев искусственного и естественного происхождения 232
Nevzorov D. A., Salnikova I. S. Research of the structure of artificial and natural origin pine forest stands
Никитина Е. С., Денисова М. Е., Сродных Т. Б. Многообразие современных форм элементов ландшафтной архитектуры в Екатеринбурге 236
Nikitina E. S., Denisova M. E., Srodnykh T. B. The variety of modern forms of elements landscape architecture in Ekaterinburg
Новоселова К. П., Клинов А. С., Фролова Т. И. Изменчивость и декоративность цветков яблонь в озеленении Екатеринбурга..... 241
Novoselova K. P., Klinov A. S., Frolova T. I. Variability and decorativeness of apple tree blossoms in the landscaping of the city of Ekaterinburg
Петреник А. Р., Фролова Т. И. К вопросу об создании японских садов в условиях Урала 247
Petrenik A. R., Frolova T. I. On the issue of creating of japanese gardens in the Urals conditions
Помазкова Е. Н., Карташова Н. П. Ландшафтно-экологическое планирование парков города Воронежа: анализ заинтересованности и рисков 252
Pomazkova E. N., Kartashova N. P. Landscape and ecological planning of Voronezh parks: analysis of interest and risks
Попадьина О. А., Сродных Т. Б. Современные подходы в вопросах озеленения города Челябинска 257
Popadina O. A., Srodnykh T. B. Modern approaches to landscaping issues of Chelyabinsk
Потапов А. Р., Сычугова О. В. Проект рубок ухода на осушаемых площадях Юматовского участкового лесничества ГАУ РБ «Уфимский лесхоз» 262
Potapov A. R., Sychugova O. V. Project of clear cutting on drained areas of the Yumatovsky district forestry of the SAI RB “Ufa forestry”
Пчелкина Е. И., Вишнякова С. В. Комплексный анализ аллейных посадок в парке XXII партсъезда города Екатеринбурга 267
Pchelkina E. I., Vishnyakova S. V. Complex analysis of the alley plantings in the Park named after the XXII Party congress in Ekaterinburg

Рожко А. Р., Черемисин Д. А., Денеко В. Н., Григорьева А. В. Сравнительная характеристика уровня озеленения на селитебных территориях в районах старой и современных застроек 272
Rozhko A. R., Cheremisin D. A., Deneko V. N., Grigorieva A. V. Comparative characteristics of the level landscaping in residential areas in districts of old and modern buildings
Рожкова К. А., Фатыкова А. А., Тишкина Е. А., Мартюшов П. А. Оценка влияния природно-климатических факторов на динамику процессов роста сорта яблони домашней Апорт Алмаатинский в Уральском саду лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова 276
Rozhkova K. A., Fatykova A. A., Tishkina E. A., Martyushov P. A. Assessment of the influence of natural and climatic factors on the growth processes dynamics of the apple cultivated variety Apport Almatautinsky in the Ural Garden of Medicinal crops named after Professor L. I. Vigorov
Русинова Е. А., Саранчук В. А., Тишкина Е. А., Марина Н. В. Сравнительный анализ фитотоксичности почв в Уктусском и Юго-Западном лесных парках в оценке потенциальной аллелопатической активности *Acer negundo* L. 280
Rusinova E. A., Saranchuk V. A., Tishkina E. A., Marina N. V. Comparative analysis of soil phytotoxicity in Uktus and Southwestern Forest Parks to assessing potential allelopathic activity of *Acer negundo* L.
Салямова М. А., Григорьева О. И. Современные методы обнаружения лесных пожаров 284
Saliamova M. A., Grigorieva O. I. Modern forest fire detection methods
Селякова В. А., Корякина Д. М. Анализ хозяйственного использования земель сельскохозяйственного назначения Вологодской области 288
Selyakova V. A., Koryakina D. M. Analysis of economic use of agricultural lands in the Vologda Region
Смирнова В. С., Ситникова О. Н. Технология микроклонального размножения *Scutellaria hastifolia* L. 293
Smirnova V. S., Sitnikova O. N. Microclonal propagation technology of *Scutellaria hastifolia* L.
Сотников Д. В., Грибачева О. В., Сотников Н. С., Сотников Я. Д. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в ГБУ ЛНР «Луганское лесхоз» 298
Sotnikov D. V., Gribacheva O. V., Sotnikova N. S., Sotnikov Y. D. Assessment of the vital condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the SBI LPR “Lugansk forestry enterprise”

Степанов М. Е., Елькин А. А., Сычугова О. В. Особенности микроклимата под пологом лесонасаждения 303
Stepanov M. E., Yelkin A. A., Sychugova O. V. Features of microclimate under the forest plantation canopy
Суханова В. А., Фролова Т. И., Закирова Ю. И. Ретроспективный анализ формирования системы озеленения города Красноуфимска Свердловской области 308
Sukhanova V. A., Frolova T. I., Zakirova Y. I. A retrospective analysis of the formation of the landscaping system in Krasnoufimsk, the Sverdlovsk region
Тимергалеева А. С., Степанова Ю. В. Роль агролесоводства в повышении продуктивности и устойчивости сельских территорий 314
Timergaleeva A. S., Stepanova Ju. V. The role of agroforestry in increasing rural areas productivity and sustainability
Тулзаков А. Д. Влияние состава материнского древостоя на естественное возобновление хвойных пород в Красноборском лесничестве Ленинградской области 318
Tulzakov A. D. The influence of the maternity forest stand composition on the natural regeneration of conifers in the Krasnoborsky forestry of the Leningrad region
Туманова А. Д., Киселева В. С., Сродных Т. Б. Состояние сортовых интродуцентов клена остролистного «Дебора» и «Колумнаре» в скверах Екатеринбурга..... 323
Tumanova A. D., Kiselyova V. S., Srodnykh T. B. The condition of varietal introducers of Norway maple “Deborah” and “Colum-nare” in the park squares of Ekaterinburg
Тюкина А. Д., Фролова Т. И. Особенности озеленения мемориальных зон на примере сквера ветеранов всех войн города Невьянска 328
Tyukina A. D., Frolova T. I. Features of landscaping memorial zones using the example of the park square of Veterans of All Wars in Nevyansk
Филистеев А. С., Ястремская А. В., Тишкина Е. А. Анализ влияния климатических факторов на сезонные динамики апикального роста вегетативных и генеративных побегов сортов *Syringa vulgaris* L. в коллекции Ботанического сада УрО РАН 333
Filisteev A. S., Yastremskaya A. V., Tishkina E. A. Analysis of the influence of climatic factors on seasonal dynamics of apical growth of vegetative and generative shoots of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) varieties in the collection of the Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS

Царева Д. Н., Искорцева Г. С., Протазанова П. С., Сродных Т. Б.
Мемориальные скверы вчера и сегодня 337
Tsareva D. N., Iskortseva G. S., Protazanova P. S., Srodnykh T. B.
Memorial park squares in past and present
Чуднов О. Г., Суслов. А. В., Михайлов А. П., Шевелина И. В.
Лесоводственно-таксационный анализ лесных насаждений
на территории международного стационара «Мухрино» 342
Chudnov O. G., Suslov A. V., Mikhailov A. P., Shevelina I. V.
Forestry and taxation analysis of forest plantations on the territory of the international station “Mukhrino”
Чупров М. Д., Чупрова Н. А., Залывская О. С. Состояние вопроса по воздействию автотранспорта на лесные насаждения
придорожной зеленой зоны 347
Chuprov M. D., Chuprova N. A., Zalyvskaya O. S. The status of the issue on the motor vehicles impact on forest plantations of the roadside green zone
Шамсутдинова А. Р., Султанова Р. Р., Мустафин Р. Ф., Загитова Л. Р. Автоматизированная идентификация пород древесных растений на основе интеграции лидарных
и гиперспектральных данных в условиях карбонового полигона... 350
Shamsutdinova A. R., Sultanova R. R., Mustafin R. F., Zagitova L. R.
Automated identification of wood plant species based on the integration of lidar and hyperspectral data in carbon polygon conditions
Шапошникова О. А., Сальникова И. С. Исследование текущего
прироста по диаметру деревьев сосны 355
Shaposhnikova O. A., Salnikova I. S. Research of current diameter growth of pine trees
Щеплягин П. В. Высота нагара как диагностический признак
отпада в сосновых насаждениях 359
Shchepliagin P. V. Scorch height as a diagnostic sign of overaged wood in pine plantations
Щеплягин П. В., Луганский В. Н. Причины возникновения лесных пожаров на территории Бузулукского лесничества
Оренбургской области 363
Shchepliagin P. V., Luganskiy V. N. The causes of occurrence of forest fires on the territory of Bazuluc forestry of the Orenburg region
Щеплягина А. В., Иванов Д. И., Абрамова Л. П., Луганский В. Н.
Морфологическая характеристика почв основных типов леса
Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ 367
Shcheplyagina A. V., Ivanov D. I., Abramova L. P., Luganskiy V. N.
Morphological characteristics of soils of the main forest types of the Ural educational and experimental forestry of USFEU

Щеплягина А. В., Воробьева М. В. Динамика санитарного состояния сосновых насаждений лесного парка имени Лесоводов России 372
Shcheplyagina A. V., Vorobyeva M. V. Sanitary condition dynamics of the pine plantations in the forest park named after the Foresters of Russia
Юмаков А. Д., Карпота К. А., Анчугова Г. В. Возрастная динамика высоты подроста сосны на ветровальной площади в постветровальный период 377
Yumakov A. D., Karpota K. A., Anchugova G. V. Age dynamics of pine undergrowth height in the windthrow area during the post-windthrow period

ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Абрамовских А. О., Клейменов Е. С., Газеев М. В. Исследование влияния наполнителя клея на прочность фанеры 383
Abramovskikh A. O., Gazeev M. V., Kleimenov E. S. Researching the influence of the glue filler on the plywood strength
Азанов Е. Н., Лобанова В. Д., Курдышева Е. В. Сравнительный анализ технологий деревянного домостроения 388
Azanov E. N., Lobanova V. V., Kurdysheva E. V. Comparative analysis of wooden house construction technologies
Алексеева А. В., Федосеева Е. С., Яцун И. В. Модификация поливинилацетатных клеев путем воздействия электромагнитного поля СВЧ 392
Alekseeva A. V., Fedoseeva E. S., Yatsun I. V. Modification of polyvinyl acetate adhesives by exposure to microwave electromagnetic field
Алиева Т. М., Мехренцев А. В., Суханов К. К. Природоподобные технологии как основа рубок ухода за лесом 396
Alieva T. M., Mekhrentsev A. V., Sukhanov K. K. Nature-like technologies as the basis for forest tendering
Архипова С. Д., Тарбеева Н. А. Влияние компонентов сырьевой смеси на свойства древесных композитных материалов 402
Arkhipova S. D., Tarbeeva N. A. Influence of raw material mixture components on the properties of wood composite materials
Букин П. А., Васильев В. В. О модернизации привода сварочного портала 406
Bukin P. A., Vasiliev V. V. About the modernization of the welding portal drive
Быковец А. В., Куцубина Н. В. О причинах износа покрытий валов бумагоделательных машин 410

Bykovets A. V., Kutcubina N. V. About the causes of roll coating wear of paper machines
Валенцев И. А., Чумарный Г. В. О современных технологиях очистки воздуха на предприятиях деревообработки 414
Valencev I. A., Chumarnyi G. V. About modern air purification technologies at woodworking enterprises
Васильева Е. С., Рублева О. А., Ведерников Я. Д. Методы контроля качества элементов шиповых соединений, полученных способом торцового прессования древесины 418
Vasil'eva E. S., Rubleva O. A., Vedernikov Y. D. Quality control methods for tenon joints elements produced by wood end pressing
Ведерников Я. Д., Васильева Е. С., Рублева О. А. Устройство для прессования прямоугольных шипов 422
Vedernikov Ya. D., Vasilyeva E. S., Rubleva O. A. Device for pressing rectangular tenons
Грачев Д. С., Ивкин Е. А., Ефимова Т. В., Ищенко Т. Л. Возможности применения отходов Tetra Pak в производстве плитных материалов 427
Grachev D. S., Ivkin A. E., Efimova T. V., Ishchenko T. L. Possibilities of using Tetra Pak waste in the board materials production
Дмитриева Т. А., Побединский А. А. Исследование пропускной способности древесной пыли на респираторах и шерсти 433
Dmitrieva T. A., Pobedinsky A. A. Research of wood dust permeability on respirators and wool
Долженков К. Ю., Литвинова М. М. Перспективы использования полимерных композитов, применяемых в нефтегазовом секторе, для изготовления изнашиваемых элементов лесных машин 438
Dolzhenkov K. Y., Mezhov V. G. Prospects for using polymer composites applied in the oil and gas sector for manufacturing wear components of forestry machines
Кислянский Д. В., Никифорова А. А., Глотова Т. И. Исследования покоробленности и внутренних напряжений, возникающих в плитах МДФ 442
Kislyansky D. V., Nikiforova A. A., Glotova T. I. Research of warping and internal stresses arising in MDF boards
Комиссарова В. А., Шишкина С. Б. Требования к растворителям для лакокрасочных материалов, применяемых в отделке древесины и древесных материалов 447
Komissarova V. A., Shishkina S. B. Solvents requirements for paints and varnish materials used in wood and wood-based materials finishing

Кондюрин С. Д., Яцун И. В., Одинцева С. А. Исследование теплоизоляционных свойств плитного древесно-торфяного композита 451
Kondyurin S. D., Yatsun I. V., Odintseva S. A. Research of thermal insulation properties of board wood-peat composite
Кузин И. В., Якимович С. Б. Обоснование систем жизненного цикла (PLM) цифровых двойников объектов заготовки древесины 456
Kuzin I. V., Yakimovich S. B. Justification of digital twins life cycle systems (PLM) of wood harvesting facilities
Литвин Р. Р., Эскин В. Д., Эскина В. Р., Криворотова А. И. Сравнительный анализ свойств стружечных плит для мебельного производства 462
Litvin R. R., Eskin V. D., Eskina V. R., Krivorotova A. I. Comparative analysis of the properties of particle board for furniture manufacturing
Лотоцкий В. И., Лотоцкая Н. В., Пономаренко Л. В., Кантиева Е. В. Трендовые материалы в дизайне мебели и интерьеров 466
Lototsky V. I., Lototskaya N. V., Ponomarenko L. V., Kantieva E. V. Trend materials in design of furniture and interiors
Лукаш А. А., Максименко Д. М., Сивакова Е. В. Отделочные декоративные пластины с волнистой структурой из мягколиственной древесины 472
Lukash A. A., Maksimenko D. M., Sivakova E. V. Decorative finishing plates with a wavy structure made from softwood
Мансурова Н. М., Алексеев И. Ю., Газеев М. В. Актуальные проблемы производства фанеры 476
Mansurova N. M., Alekseev I. Yu., Gazeev M. V. Current issues in plywood production
Маслак Р. М., Газеев М. В. Методы склеивания плитных древесных материалов 479
Maslak R. M., Gazeev M. V. Methods of gluing board wood-based materials
Парунина Е. А., Куцубина Н. В. Исследование динамических воздействий, возбуждаемых кривошипно-кулисным механизмом 484
Parunina E. A., Kutsubina N. V. The research of the dynamic effects induced by a crank-and-slot mechanism
Перескоков И. В., Куцубина Н. В. Обзор современных покрытий валов бумагоделательных машин 490
Pereskokov I. V., Kutcubina N. V. A review of modern paper machine roll coatings

Рожкова Е. А., Кустов А. В. Спутниковый мониторинг как инструмент устойчивого лесопользования 494
Rozhkova E. A., Kustov A. V. Satellite monitoring as a tool for sustainable forest management
Рыжов Я. А. Леса на склонах России: особенности заготовки древесины и применение специализированных машин 499
Ryzhov I. A. Forests on Russian slopes: features of wood harvesting and the use of specialised machinery
Соболев Я. А. Анализ лесопромышленного комплекса России 504
Sobolev Ya. A. Analysis of the Russian forestry industry complex
Секачева А. А., Шейкман Д. В. Сравнительный анализ художественного оформления мебели 508
Sekacheva A. A., Sheikman D. V. Comparative analysis of furniture decorative design
Стрекова А. П., Шишкина С. Б. Применение натуральных составов в отделке древесины 513
Strekova A. P., Shishkina S. B. Using of natural compounds in wood finishing
Тобышев С. А. Шейкман Д. В., Чернышев О. Н. Использование природных материалов в облицовывании мебельных фасадов 518
Tobyshev S. A., Sheikman D. V., Chernyhsev O. N. Using natural materials in furniture facades laminating
Торочков Д. А. К вопросу повышения качества изделий из древесины при абразивной обработке 523
Torochkov D. A. On the issue of improving the quality of wood products during abrasive processing
Тыпик П. В., Дербинская Е. А. Особенности и перспективы развития деревянного домостроения в Республике Беларусь 528
Typik P. V., Derbinskaya E. A. Features and prospects for the development of wooden house construction in the Republic of Belarus
Федосеева Е. С., Алексеева А. В., Яцун И. В. О возможности использования биоразлагаемого связующего в производстве древесных композиционных материалов 532
Fedoseeva E. S., Alekseeva A. V., Yatsun I. V. About the possibility of using biodegradable binder in the production of wood composite materials
Целио В. В., Васильев В. В. Проект машины для хранения и намотки канатов 536
Tselio V. V., Vasiliev V. V. Project of a machine for storing and reeling ropes
Чекасин М. С., Яцун И. В. Обзор способов пропитки древесины 540
Chekasin M. S., Yatsun I. V. Review of wood impregnation methods

Чумак А. А., Коновалова Т. В., Надирян С. Л. Особенности перевозок леса в южном регионе 545
Chumak A. A., Konovalova T. V., Nadiryan S. L. Features of forest transportation in the southern region
Шалова А. В., Дербень Е. А., Дук Д. В., Орлов А. А. Исследование свойств древесины лиственницы даурской 550
Shalova A. V., Derben Ye. A., Duk D. V., Orlov A. A. Investigation of the properties of Daurian larch wood
Шалова А. В., Дербень Е. А., Дук Д. В., Орлов А. А. Исследование прочности древесины лиственницы даурской 554
Shalova A. V., Derben Ye. A., Duk D. V., Orlov A. A. Investigation of the strength of daurian larch wood
Швецов А. С., Куницкая О. А. Результаты производственных испытаний валочно-трелевочно-процессорной машины «Highlander» 558
Shvetsov A. S., Kunitskaya O. A. The results of production tests of the felling-skidding-processor machine “Highlander”

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Абдурахмонзода А., Кароматуллозода С. А., Санников С. П. Сущность мониторинга леса методом радиочастотной томографии 564
Abdurakhmonzoda A., Karomatullozoda S. A., Sannikov S. P. The essence of forest monitoring by radiofrequency tomography
Андрианов А. В., Лазуков А. А., Побединский В. В., Иовлев Г. А. Моделирование процесса работы поста диагностирования машин в среде SimEvents 569
Andrianov A. V., Lazukov A., Pobedinskiy V. V., Iovlev G. A. Modeling of the machine diagnostics post operation in the SimEvents environment
Бедарев М. К., Просвирина Д. А., Власов Е. Н. О некоторых особенностях моделирования механизированных процессов в лесном хозяйстве 574
Bedarev M. K., Vlasov E. N., Prosvirina D. A. On some features of modeling mechanized processes in forestry
Безвитилев М. Р., Дьячков К. Г., Тойбич В. Я. Система антiобледенения лестничных маршей 579
Bezvitilev M. R., Dyachkov K. G., Toybich V. Ya. Stairway anti-icing system

Берсенев К. С., Санников С. П. Концепция электронного устройства измерения влажности растущего дерева 584
Bersenev K. S., Sannikov S. P. The concept of an electronic device for measuring the growing tree moisture content
Блинов А. Е., Дружинина С. И., Куцубина Н. В. Цифровые инструменты в ЦБП 589
Blinov A. E., Druzhinina S. I., Kutsubina N. V. Digital tools in the pulp and paper industry
Бобин Н. А., Санников С. П. Принцип разработки измерителя высоты дерева 595
Bobin N. A., Sannikov S. P. Tree height measuring device development principle
Власов К. В., Лубенцов А. В. Особенности использования микро- и мини-БПЛА для анализа территории объектов 600
Vlasov K. V., Lubentsov A. V. Features of using micro- and mini-UAVs to analyze the territory of objects
Ганеев Р. Р., Чевардина А. Ю. Разработка цифрового прототипа окорочного станка 605
Ganeev R. R., Chevardina A. Yu. Development of a digital prototype of a debarking machine
Горлов К. Д., Лубенцов А. В. Проектирование системы питания для привязного БПЛА 610
Gorlov K. D., Lubentsov A. V. Designing a power supply system for a tethered UAV
Гусейнов Р. А., Санников С. П., Шипилов В. В. К вопросу по проблемам космического мониторинга небольших участков леса 615
Huseynov R. A., Sannikov S. P., Shipilov V. V. On the problems of space monitoring of small forest sites
Долженков К. Ю., Межов В. Г. Цифровое моделирование и автоматизация проектирования приводов с планетарными и цилиндрическими редукторами с использованием САПР-приложений 620
Dolzhenkov K. Yu., Mezhov V. G. Digital modeling and design automation of drives with planetary and cylindrical gearboxes using CAD-applications
Донских М. М., Санников С. П., Шипилов В. В. Технологии RFID для мониторинга леса: анализ решений по электропитанию 625
Donskikh M. M., Sannikov S. P., Shipilov V. V. RFID technologies for forest monitoring: analysis of power supply solutions
Жернаков Д. Д., Чевардина А. Ю. Особенности лесозаготовительных и лесохозяйственных операций как объектов моделирования 629
Zhernakov D. D., Chevardina A. Y. Features of logging and forestry operations as modeling objects

Жиляков Е. В., Исаков С. Н. Устройство комбинированных дорожных машин 633
Zhilyakov E. V., Isakov S. N. Device of combined road machines
Ибрагимов И. И., Исаков С. Н. Построение матрицы «цель – средства» для анализа патентов на гидроцилиндры 638
Ibragimov I. I., Isakov S. N. Construct a "goal – means" matrix for analyzing hydraulic cylinder patents
Кокин М. В., Нурджанян С. А., Исаков С. Н., Сиваков В. П. Анализ систем технического обслуживания и ремонта 641
Kokin M. V., Nurdzhanyan S. A., Isakov S. N., Sivakov V. P. Analysis of maintenance and repair systems
Кокин М. В., Нурджанян С. А., Исаков С. Н., Сиваков В. П. Обзор видов организаций ремонтной службы 646
Kokin M. V., Nurdzhanyan S. A., Isakov S. N., Sivakov V. P. Overview of types of repair service organizations
Косолапов Г. Д., Санников С. П. Новые технологии в авиационных работах мониторинга, защите древостоев 651
Kosolapov G. D., Sannikov S. P. New technologies in averial monitoring, forest stands protection
Косяков А. А., Санников С. П. Разработка концепции измерителя диаметра дерева 655
Kosyakov A. A., Sannikov S. P. Development of a tree diameter measurement instrument concept
Кузнецов А. А., Тойбич В. Я. Разработка автоматической SIP-станции для фасовочных автоматов Leewest Pak 660
Kuznetsov A. A., Toybich V. Ya. Development of an automatic SIP-station for Leewest Pak filling machines
Курбатов И. А., Ляхов С. В. Применение транспортных средств, оснащенных автономным управлением 664
Kurbatov I. A., Lyakhov S. V. Application of vehicles equipped with autonomous control
Малых А. С., Захарова Д. С., Исаков С. Н., Тоймурзин Д. О. Цифровой двойник центробежного насоса 669
Malykh A. S., Zakharova D. S., Isakov S. N., Toymurzin D. O. The digital twin of the centrifugal pump
Маньков А. М., Санников С. П., Шипилов В. В. Сущность проблем экологического мониторинга леса – пути решения 674
Mankov A. M., Sannikov S. P., Shipilov V. V. The essence of forest ecological monitoring problems – solutions
Морозова А. И., Лубенцов А. В. Анализ методов использования SDR-приемников для обнаружения радиосигналов на объектах лесного хозяйства 679
Morozova A. I., Lubentsov A. V. Analysis of methods of using SDR receivers to detect radio signals at forestry facilities

Парунина Е. А., Исаков С. Н. Прогнозирование развития подшипников качения 684
Parunina E. A., Isakov S. N. Forecasting the development of rolling bearings
Рубцов Д. Д., Тойбич В. Я. Автоматизация участка изготовления огнеупорного кирпича 687
Rubtsov D. D., Toybich V. Ya. Automation of a refractory brick production section
Сивков Е. С. Повышение экономической эффективности деятельности предприятий IT-отрасли посредством внедрения инструмента AlgART-TIFF 690
Sivkov E. S. Increasing the economic efficiency of IT-enterprises by implementing the AlgART-TIFF tool
Сметанин М. Е., Исаков С. Н. Определение коэффициента трения между полиуретанами 695
Smetanin M. E., Isakov S. N. Determination of the coefficient of friction between polyurethanes
Стамиков М. А., Исаков С. Н. Построение матрицы «цель – средства» для анализа патентов подшипников скольжения 700
Stamikov M. A., Isakov S. N. Construction of the “goal – means” matrix for analyzing sliding bearing patents
Тихонов Я. А., Лубенцов А. В. Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния лесного хозяйства 703
Tikhonov Ya. A., Lubentsov A. V. Use of unmanned aerial vehicles for monitoring forestry conditions
Ульянова М. В., Шустов А. В. Анализ изменений в классификации и кодировании дорожно-строительной техники и оборудования 708
Ulyanova M. V., Shustov A. V. Analysis of changes in the classification and coding of road construction machinery and equipment
Хлебникова А. С., Санников С. П. Электронное измерительное устройство сокодвижения в дереве на основе скорости распространения электромагнитной волны 712
Khlebnikova A. S., Sannikov S. P. An electronic measuring device for sap flow in a tree based on electromagnetic waves propagation velocity
Чекменева И. В., Алексеева О. В., Демидов Д. В. Экспериментальные данные как основа для совершенствования систем автоматического управления дорожным движением 717
Chekmeneva I. V., Alekseeva O. V., Demidov D. V. Experimental data as a basis for improving automatic traffic control systems

Шамина А. А., Лубенцов А. В. Применение сплайн-аппроксимации в моделях организации связи 722
Shamina A. A., Lubentsov A. V. Application of spline approximation in communication organization models
Эргашев Д. Х., Кравченко Н. М., Анянова Е. В. Информационная система для повышения эффективности управления товарными остатками в интернет-магазинах 727
Ergashev D. Kh., Kravchenko N. M., Anyanova E. V. An information system for improving inventory management efficiency in online stores

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Артюшин А. К., Алимпьев К. А., Баранов О. В., Пыталев И. А. Оценка перспективности использования электросамосвалов на карьерах 732
Artyushin A. K., Alimpyev K. A., Baranov O. V., Pytalev I. A. Assessment of the prospects of using electric dump trucks in quarry
Артюшин А. К., Алимпьев К. А., Баранов О. В., Пыталев И. А. Электросамосвал как основа совершенствования транспортной инфраструктуры карьера 737
Artyushin A. K., Alimpyev K. A., Baranov O. V., Pytalev I. A. Electric dump truck as a basis for improving the quarry transport infrastructure
Буколова Е. Д., Гайнутдинова К. Р., Пыталева О. А. Анализ проблем безопасности при осуществлении пригородных перевозок 742
Bukolova E. D., Gainutdinova K. R., Pytaleva O. A. Analysis of safety issues in suburban transportation
Дьяченко В. М., Хохлов А. А., Должиков И. С., Григорьева О. И. Средощадящие движители лесных машин 748
Dyachenko V. M., Khokhlov A. A., Dolzhikov I. S., Grigoreva O. I. Environment-sparing locomotors of forest machines
Иванов В. В., Боярских Е. А., Илюшин В. В. Опыт воронения стали 753
Ivanov V. V., Boyarskikh E. A., Ilyushin V. V. Steel bluing experience
Иванова О. А., Пыталева О. А., Безсолицин Н. П. Современные подходы к определению опасных участков дорог 757
Ivanova O. A., Pytaleva O. A., Bezsolitsyn N. P. Modern approaches to identifying hazardous road sections
Иконникова М. Д., Калинин А. К., Гасилова О. С., Пыталев И. А. Эмоциональное выгорание водителей как одна из причин дорожно-транспортных происшествий 762
Ikonnikova M. D., Kalinin A. K., Gasilova O. S., Pytalyov I. A. Emotional burnout of drivers as one of the causes of road traffic accidents

Колоколова А. А., Чащина А. В. Пути повышения безопасности дорожного движения в городе Екатеринбурге посредством внедрения современных технологий 767
Kolokolova A. A., Chashchina A. V. Ways to improve road safety in Ekaterinburg through the implementation of modern technologies
Корелин Д. А., Крюкова М. А., Пупышев А. П. Эффективность повышения КПД колесной техники известными методами 772
Korelin D. A., Kryukova M. A., Pupyshev A. P. Effectiveness of increasing the efficiency of the wheeled vehicle by known methods
Косенков И. Е., Корелин Д. А., Пушкарева О. Б., Крюкова М. А. Электро-гидравлическая гибридная система для машин лесного комплекса: перспективы и решения 777
Kosenkov I. E., Korelin D. A., Pushkareva O. B., Kryukova M. A. Electro-hydraulic hybrid system for forestry machines: prospects and solutions
Кривопляс В. В., Пыталева О. А. Факторный анализ причин возникновения ДТП 782
Krivoplyas V. V., Pytaleva O. A. Factor analysis of the causes of road traffic accidents
Лысенков К. А., Тутаев Д. Д., Чернышев Д. О., Пушкарева О. Б. Классификация мульчеров и анализ их ключевых преимуществ в контексте современных технологий измельчения 786
Lysenkov K. A., Tutaev D. D., Chernyshev D. O., Pushkareva O. B. Classification of mulchers and analysis of their key advantages in the context of modern grinding technologies
Малых А. С., Малых А. С., Илюшин В. В. Разработка универсального кантователя двигателей грузовых автомобилей .. 792
Malykh A. S., Malykh A. S., Ilyushin V. V. Development of a universal tilter for truck engines
Махнушко В. В., Лопатин С. Д., Чернышев Д. О., Крюкова М. А. Современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин 796
Makhnushko V. V., Lopatin S. D., Chernyshev D. O., Kryukova M. A. Modern approaches to logging machine diagnostics
Михалев С. В., Струкова И. Ю., Зеликова Н. В., Шаталов Е. В. Оценка различных прямых и косвенных критериев экономической выгоды при оптимизации маршрутов грузового транспорта 802
Mikhalev S. V., Strukova I. Yu., Zelikova N. V., Shatalov E. V. Assessment of various direct and indirect criteria of economic benefits in optimizing freight transport routes

Пасичник С. Д., Матыков Д. Р., Волков А. А., Гасилова О. С. Дорожно-транспортные происшествия с участием электросамокатов в РФ 809
Pasichnik S. D., Matykov D. R., Volkov A. A., Gasilova O. S. Road traffic accidents involving electric scooters in the Russian Federation
Фролова Д. О., Пыталева О. А. Проектирование логистических схем доставок груза 814
Frolova D. O., Pytaleva O. A. Designing logistics schemes for cargo delivery
Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А. Методы определения структуры перемещений по территории города 820
Tsarikov M. A., Sorogin I. G., Tsarikov A. A. Methods of determining the structure of movements in the city territory
Цариков М. А., Сорогин И. Г., Цариков А. А. Закономерности изменения доли перевозки пассажиров общественным транспортом в зависимости от численности населения города 825
Tsarikov M. A., Sorogin I. G., Tsarikov A. A. Patterns of change in the share of passenger transportation by public transport depending on the population of the city

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Абатуров А. И., Чижов А. А., Кручинин И. Н. Роль геотекстиля в повышении долговечности и несущей способности дорожных одежд 831
Abaturov A. I., Chizhov A. A., Kruchinin I. N. The role of geotextiles in increasing the durability and load–bearing capacity of road clothes
Анянова Е. В., Новоселова Т. С., Ганеев Р. Р. Причины и методы выявления деформации асфальтового покрытия 835
Anyanova E. V., Novoselova T. S., Ganeev R. R. Causes and methods of detecting asphalt pavement deformation
Асташова К. А., Чудинов С. А. Современные средства мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог 839
Astashova K. A., Chudinov S. A. Modern monitoring instruments for the transport and operational condition of highways
Байрол Е. Л., Чудинов С. А. Особенности применение дистанционного зондирования автомобильных дорог в криолитозоне 843
Bayrol E. L., Chudinov S. A. Application features of remote sensing of highways in the cryolitozone

Баходуров Б. Б., Чудинов С. А. Особенности технологии устройства асфальтобетонных слоев повышенной толщины 846
Bakhodurov B. B., Chudinov S. A. Features of the high-thickness asphalt concrete layer technology
Бачинин Ю. С., Донцов Н. В., Демидов Д. В. Календарное планирование при производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ для автодорожных мостовых сооружений 850
Bachinin Y. S., Dontsov N. V., Demidov D. V. Calendar planning in the production of construction and installation, repair and construction works for road bridgework
Бизина В. В., Савсюк М. В. Влияние морозного пучения на эксплуатацию автомобильных дорог 856
Bizina V. V., Savsiuk M. V. Influence of frost heaving on highways operation
Васильев Д. В., Бургонутдинов А. М. Анализ основных способов контроля качества уплотнения грунтов 860
Vasiliev D. V., Burgonutdinov A. M. Analysis of the main methods of soil compaction quality control
Власов А. А., Чудинов С. А. Инновационные технологии геодезических работ при изысканиях и проектировании автомобильных дорог 865
Vlasov A. A., Chudinov S. A. Innovative technologies of geodetic works in highways surveying and lay-out
Вопилова А. В., Чудинов С. А. Создание цифровой модели местности при разработке информационной модели автомобильной дороги 870
Vopilova A. V., Chudinov S. A. Creating a digital terrain model for developing a highway information model
Гафуров Д. Р., Гриневич Н. А. Использование литого асфальтобетона в современном дорожном строительстве 874
Gafurov D. R., Grinevich N. A. The use of cast asphalt concrete in modern highway construction
Гавриленко Д. С., Гриневич Н. А. Применение резиновой крошки для устройства асфальтобетонного покрытия 879
Gavrilenko D. S., Grinevich N. A. Application of rubber crumbs for asphalt concrete pavement
Емельянова Ю. О., Ребизов Е. В., Булдаков С. И. Применение пенополистирольных материалов для укрепления основания и устранения пучения 885
Emelyanova Y. O., Rebizov E. V., Buldakov S. I. Application of polystyrene foam materials to strengthen the foundation and eliminate heaving

Жернова А. В., Толстых А. И., Булдаков С. И. Особенности проведения государственной экспертизы по строительству автомобильных дорог 889
Zhernova A. V., Tolstykh A. I., Buldakov S. I. Features of conducting state examinations for highways construction
Зубова М. С., Зубова О. В. Обоснование применения пластиковых водопропускных труб на лесных дорогах 893
Zubova M. S., Zubova O. V. Justification of the use of plastic culver pipes on forest roads
Исаков Д. А., Чудинов С. А. Особенности применения геосинтетических материалов в технологиях дорожного строительства 897
Isakov D. A., Chudinov S. A. Features of the application of geosynthetic materials in road construction technologies
Каубаев К. Н., Чудинов С. А. Повышение сцепления колеса автомобиля на лесовозной дороге в зимний период: проблемы, методы, способы 902
Kaubaev K. N., Chudinov S. A. Increasing the grip of a car wheel on a logging road in winter: problems, methods, techniques
Козик М. А., Иванюк Е. А., Гриневич Н. А. Принцип действия адгезионных добавок 907
Kozik M. A., Ivanyuk E. A., Grinevich N. A. The principle of action of adhesive additives
Коробейников И. В., Шаров А. Ю. Проблемы автодорожной сети в зоне вечной мерзлоты 912
Korobeynikov I. V., Sharov A. Yu. Problems of the road network in the permafrost zones
Коротаев Г. О., Чудинов С. А. Использование полимерно-битумных вяжущих для повышения качества асфальтобетона 917
Korotaev G. O., Chudinov S. A. Use of polymer-bitumen binders to improve asphalt concrete quality
Мезенцев М. А., Шаров А. Ю. Оценка влияния затвердевших дорожных покрытий на состояние придорожных лесных насаждений 922
Mezentsev M. A., Sharov A. Y. Assessment of the impact of hardened road surfaces on the condition of roadside forest plantations
Мокрушин Н. Ю., Чудинов С. А. Разработка методики формирования датасета для детекции дефектов дорожного покрытия с использованием компьютерного зрения 927
Mokrushin N. Y., Chudinov S. A. Development of a dataset creation methodology for road surface defect detection using computer vision

Моцный А. В., Хачатрян А. В., Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов в дорожном строительстве с использованием поверхносто-активных добавок 932
Motsnyy A. V., Khachatryan A. V., Chudinov S. A. Increasing the efficiency of soil stabilization in road construction using surface-active additives
Никишин Д. А., Ахлюстина В. С., Боярский С. Н. Определение влияния отклонений геометрических параметров и высотных отметок мостовых сооружений от проектных значений 938
Nikishin D. A., Akhlyustina V. S., Boyarskii S. N. Determining the impact of deviations in geometrical parameters and elevations of bridgeworks from design values
Павлов А. А., Просвирнина Ю. М., Павлова Л. Н. Мировой и российский опыт внедрения самовосстанвливающегося асфальтобетона 943
Pavlov A. A., Prosvirnina Y. M., Pavlova L. N. World and russian experience in implementing self-healing asphalt concrete
Павлов А. А., Салмина Е. С., Павлова Л. Н. Использование данных измерений для корректировки проектной документации и улучшения эксплуатационных характеристик дороги 947
Pavlov A. A., Salmina E. S., Pavlova L. N. Using the measurement data to adjust the design documentation and improve the operational characteristics of the road
Порицкая А. А., Чудинов С. А. Применение методики обратного вычисления при оценке модуля упругости дорожных одежд 952
Poritskaya A. A., Chudinov S. A. Application of the backward computation method to assessing the elastic modulus of road pavements
Рогозина М. С., Анастас Е. С. Оценка общественной эффективности строительства объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства 957
Rogozina M. S., Anastas E. S. Assessment of public efficiency of construction of road transport infrastructure facilities
Сергеева Л. А., Савсюк М. В. Инновационные технологии и искусственный интеллект в строительстве автомобильных дорог: комплексный анализ преимуществ и вызовов для общества 962
Sergeeva L. A., Savsiuk M. V. Innovative technologies and artificial intelligence in road construction: a comprehensive analysis of advantages and challenges for society
Сперанский Д. В., Гриневич Н. А. Методы снижения шумового загрязнения на дорогах общего пользования 967
Speransky D. V., Grinevich N. A. Methods for reducing noise pollution on public roads

Сперанский Д. В., Гриневич Н. А. Применение автоматизированных роботизированных комплексов в дорожном строительстве 972
Speransky D. V., Grinevich N. A. Application of automated robotic complexes in road construction
Тепикин Н. В., Чудинов С. А. Причины ухудшения технического состояния мостового сооружения 977
Tepikin N. V., Chudinov S. A. Causes of deterioration of the technical condition of the bridgework
Ульянова М. В., Шаров А. Ю. Изменение несущей способности автомобильных дорог общего пользования в зимний период 980
Ulyanova M. V., Sharov A. Y. Changes in the bearing capacity of public highways in winter
Хачатрян А. В., Чудинов С. А., Моцный А. В. Эффективное применение укрепленных грунтов в слоях конструкций дорожных одежд 983
Khachatryan A. V., Chudinov S. A., Motsnyy A. V. Effictive use of strengthened soils in road structure layers
Чудинов С. А., Антонова А. П. Мероприятия по снижению смертности в дорожно-транспортных происшествиях с участием диких животных на автомобильных дорогах 988
Chudinov S. A., Antonova A. P. Measures to reduce mortality in road traffic accidents involving wildlife animals on highways

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Акберова А. Р., Шайхиев И. Г. Применение коры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в качестве сорбционного материала для ликвидации нефтяных загрязнений с водных поверхностей 994
Akberova A. R., Shaikhiev I. G. Application of Scots pine (*Pinus sylvestris*) bark as a sorption material for removing oil pollution from water surfaces
Белявина П. А., Колесникова М. В., Панова Т. М. Применение экстрактов корней астрагала перепончатого при культивировании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 998
Belyavina P. A., Kolesnikova M. V., Panova T. M. Application of astragalus membranaceus root extracts in the cultivation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast
Болдырева А. П., Дорохова Н. Д. Промышленная экология и ресурсосберегающие технологии, химические и биотехнологии..... 1003
Boldyreva A. P., Dorokhova N. D. Industrial ecology and resource-saving technologies, chemical and biotechnologies

Буденкова Д. В., Шимов Е. А., Кругликов Н. А. Методика выработки этанола из растительного сырья 1007
Budenkova D. V., Shimov E. A., Kruglikov N. A. Methodology for production ethanol from plant raw materials
Валеева Д. С., Баев А. А., Якубова Т. В., Шкуро А. Е. Снижение горючести древесины с помощью покрытия на основе БНКС 1012
Valeeva D. S., Baev A. A., Yakubova T. V., Shkuro A. E. Reducing wood flammability with a BNCR-based coating
Воронова Н. А., Артёмов А. В. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при обеззараживании воды 1017
Voronova N. A., Artyomov A. V. Calculation of atmosphere pollutant emissions during water disinfection
Губанов И. А., Бессмертнов С. Д., Вураско А. В., Шерстобитов А. Л. Влияние излучения линейного ускорителя на способность недревесного сырья к делигнификации 1023
Gubanov I. A., Bessmertnov S. D., Vurasko A. V., Sherstobitov A. L. Influence of linear accelerator radiation on the delignification capacity on non-wood raw materials
Губанов И. А., Дудорова А. Ю., Вураско А. В., Агеев М. А. Получение беленой целлюлозы из разволокненного льна зеленой спелости 1028
Gubanov I. A., Durova A. Yu., Vurasko A. V., Ageev M. A. Obtaining bleached cellulose from green ripeness fibered flax
Дворянкин Д. Ю., Первова И. Г. Химически модифицированные опилки лиственницы для сорбционного извлечения ионов меди(II)..... 1033
Dvoryankin D. Yu., Pervova I. G. Chemically modified larch sawdust for the sorption exctraction of copper(II) ions
Дорошенко А. В., Никитина Е. Е., Томина Е. В. Влияние параметров карбонизации биоугля на его характеристики 1039
Doroshenko A. V., Nikitina E. E., Tomina E. V. Influence of biochar carbonation parametrs on its characteristics
Дятлова А. А., Санатуллова З. Т., Шайхиев И. Г. Использование опилок сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) для удаления пленок нефти с водной поверхности 1042
Dyatlova A. A., Sanatullova Z. T., Shaikhiev I. G. Use of scotch pine (*Pinus sylvestris*) sawdust to remove oil films from water surfaces
Жаринова Д. Е., Кравцова Е. В., Кругликов Н. А. Обработка растительного сырья высоким давлением 1046
Zharinova D. E., Kravtsova E. V., Kruglikov N. A. High pressure processing of plant raw materials

Захарова Т. А., Ершова А. С., Артёмов А. В., Бурындин В. Г. Активация растительного лигнина комплексом мочевины – пероксида водорода 1051
Zakharova T. A., Ershova A. S., Artyomov A. V., Buryndin V. G. Activation of plant lignin with urea – hydrogen peroxide complex
Захарова Д. В., Хатыпов Д. А., Свиридов А. В., Шкуро А. Е. Получение привитого сополимера малеинизированного полипропилена и 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-оксида (DOPO) 1057
Zakharova D. V., Khatypov D. A., Sviridov A. V., Shkuro A. E. Obtaining a graft copolymer of maleinized polypropylene and 9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxide (DOPO)
Зенина Е. М., Мельник Т. А. Элементы практико-ориентированного подхода в преподавании дисциплины «Технология очистки сточных вод» 1062
Zenina E. M., Melnik T. A. Elements of a practice-oriented approach to teaching the discipline “Wastewater treatment technology”
Карпенко С. С., Митракова В. А., Усова К. А., Глухих В. В. Исследование процесса кислотного гидролиза ацетата целлюлозы рефрактометрическим методом 1066
Karpenko S. S., Mitrakova V. A., Usova K. A., Glukhikh V. V. Investigation of the process of acid hydrolysis of cellulose acetate by the refractometric method
Мамаев А. В., Цыганкова Н. Г., Савицкая Т. А., Гриншпан Д. Д. Активированный уголь, полученный методом термохимического синтеза, и его использование для очистки воды 1071
Mamayeu A. V., Tsygankova N. G., Savitskaya T. A., Hrinshpan D. D. Activated carbon produced by thermochemical synthesis and its use in water purification
Михайличенко Т. А., Новикова Л. А. Химическая модификация природного цеолита и оценка его сорбционной способности 1076
Mikhailichenko T. A., Novikova L. A. Chemical modification of natural zeolite and assessment of its sorption capacity
Павлова Е. В., Келеш К. В., Савиновских А. В., Бурындин В. Г. Влияние содержания смолы на получение пластика без связующего 1081
Pavlova E. V., Kelesh K. V., Savinovskikh A. V., Buryndin V. G. Influence of resin content on the production of plastic without binder
Прокопьев А. А., Хасаншин Р. Р. Прочностные показатели древесно-полимерных композитов на основе ацетилированной древесины 1085
Prokopiev A. A., Khasanshin R. R. Strength characteristics of wood-polymer composites based on acetylated wood

Прытков Л. Н., Захаров П. С., Артёмов А. В. Требования пожарной безопасности при обращении с древесными отходами в лесах 1089
Pyrtkov L. N., Zaharov P. S., Artyomov A. V. Fire safety requirements for handling wood waste in forests
Пупышев В. А., Попов А. В., Алимпиев П. А. Прототип долговечного твердого медно-сульфатного электрода сравнения 1095
Pupyshev V. A., Popov A. V., Alimpiev P. A. Prototype of a long-life solid copper sulfate reference electrode
Синило Д. А., Захарова Н. В. Синтез газочувствительных покрытий методом молекулярного наслаивания для мониторинга атмосферы в лесной промышленности 1100
Sinilo D. A., Zakharova N. V. Synthesis of gas-sensitive coatings by atomic layer deposition for atmosphere monitoring in the forestry industry
Тухбатулин М. Н., Якубова Т. В., Шкуро А. Е. Влияние лауретсульфата натрия на кинетику пропитки древесины огнезащитными составами 1104
Tukhbatulin M. N., Yakubova T. V., Shkuro A. E. Influence of sodium laureth sulfate on the kinetics of wood impregnation with fire-retardant compositions
Федюченко Н. Р., Петрова М. Г., Липин В. А., Ширин О. И. Экологические аспекты загрязнения хлорсодержащими отходами в процессе производства беленой целлюлозы 1109
Fedyuchenko N. R., Petrova M. G., Lipin V. A., Shirin O. I. Environmental aspects of pollution by chlorine-containing waste in the bleached cellulose production process
Фомичев Г. М., Труфанова Е. А., Ходосова Н. А., Томина Е. В. Активация биоуглей для очистки сточных вод от нефтепродуктов и АПАВ 1113
Fomichev G. M., Trufanova E. A., Khodosova N. A., Tomina E. V. Activation of biochares for wastewater treatment from oil products and anionic surfactants .....
Фонарёв И. И., Даниловский Я. Н., Хакимова Ф. Х. Получение сульфитной лиственной растворимой целлюлозы для нитрования 1118
Fonaryov I. I., Danilovsky Y. N., Khakimova F. K. Production of sulfite hardwood soluble cellulose for nitration .....
Штабнов Н. С., Бурындин В. Г., Шкуро А. Е. Применение красителей для изготовления пленочных дозиметров ионизирующего излучения 1124
Shtabnov N. S., Buryndin V. G., Shkuro A. E. Application of dyes for the manufacturing of film dosimeters of ionizing radiation

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Архипенкова А. А., Осташко О. Ю. Сегментация клиентов «Молодечномебель» методом сегментирования на основе поколений 1130
Arkhipenkova A. A., Ostashko O. Yu. Customers segmentation of "Molodechnomebel" by the generation-based segmentation method
Бахтиеров Ш. Б., Старыгина Н. Ф. Своеобразие лесохозяйственных номинативов в русском и узбекском языках .. 1136
Bakhtiyorov Sh. B., Starygina N. F. The singularity of forestry nominatives in Russian and Uzbek languages
Валегжанин А. Е., Чевардин А. В. Традиционное лесопользование тюркоязычного населения юга Сибири и современные принципы лесного хозяйства 1141
Valegzhanin A. E., Chevardin A. V. Traditional forest management of the Turkic-speaking population of south-ern Siberia and modern forestry principles
Дудаева А. Р., Иванова М. В. Применение теории устойчивого развития для повышения конкурентоспособности предприятия в лесопромышленном комплексе на примере АО «Соликамскбумпром» 1144
Dudaeva A. R., Ivanova M. V. Application of sustainable development theory for improving the competitiveness of enterprises in the forest industry complex on the example of JSC "Solikamskbumprom"
Иванова М. В., Молодчик М. А. Применение технологий дистанционного зондирования Земли для мониторинга экологической составляющей (E) ESG стандартов в лесном хозяйстве России 1149
Ivanova M. V., Molodchik M. A. Application of Earth remote sensing technologies for monitoring the environmental component (E) of ESG standards in Russian forestry sector
Исмоилов И. Б., Щепеткин Е. Н. Защита облачных данных: современные угрозы, методы и рекомендации 1154
Ismoilov I. B., Shchepetkin E. N. Cloud data protection: modern threats, methods and recommendations
Кискина А. Н. Анализ финансового состояния лесопромышленного комплекса Свердловской области на основе методов многомерного анализа данных 1160
Kiskina A. N. Financial condition analysis of the forest industry complex in the Sverdlovsk region based on multidimensional data analysis methods

Кузнецова С. И., Новикова О. Н. Историко-культурный анализ создания и применения насыпных островов в ландшафтном строительстве 1166
Kuznetsova S. I., Novikova O. N. Historical and cultural analysis of the creation and use of artificial islands in landscape construction
Кузьмина А. А., Костоусова Э. Т. Проблемы перевода терминологии в сфере ландшафтной архитектуры на английский язык 1171
Kuzmina A. A., Kostousova E. T. Problems of translating terminology in the field of landscape architecture to English
Носач В. В., Четвериков Н. В., Безрукова Т. Л. Экономические факторы развития лесного комплекса в условиях цифровизации .. 1176
Nosach V. V., Chetverikov N. V., Bezrukova T. L. Economic factors of the forest complex development in the conditions of digitalization
Османова З. Н., Хамраева О. Т., Зиновьева И. С. Особенности лесного комплекса в контексте развития экономики замкнутого цикла 1180
Osmanova Z. N., Hamraeva O. T., Zinovyeva I. S. Features of the forest complex in the context of the circular economy development
Семеновых Г. А., Семеновых А. Г. Лесной потенциал Урала и Дунбэя: сравнительный анализ природных и экономических характеристик регионов 1185
Semenovih G. A., Semenovih A. G. Forest potential of the Urals and Dongbei: a comparative analysis of the natural and economic characteristics of the regions
Семеновых Г. А., Семеновых А. Г. Сравнительный анализ динамики лесных экосистем Свердловской области и Северо- Востока Китая .. 1190
Semenovih G. A., Semenovih A. G. A comparative analysis of forest ecosystem dynamics in the Sverdlovsk region and Northeast China
Соболев Я. А., Грачев С. А Анализ лесопромышленного комплекса России 1195
Sobolev Ya. A., Grachev S. A. Analysis of the Russian forest industry complex
Туманова А. Д., Новикова О. Н. Дождевые сады: экологический каркас городской среды 1199
Tumanova A. D., Novikova O. N. Rain gardens: the ecological framework of the urban environment
Усачёв К. Д., Новикова О. Н. Некоторые аспекты символических форм резных элементов русского деревянного зодчества 1203
Usachev K. D., Novikova O. N. Some aspects of the symbolic forms of carved elements in Russian wooden architecture
Ячменев Д. С., Щепеткин Е. Н. Стратегия обеспечения кибер-устойчивости цифрового контура предприятий лесной отрасли 1207
Yacmenev D. S., Shchepetkin E. N. A strategy for ensuring cyber resilience of the digital contour of forest industry enterprises

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ

Гусейнов Р. А., Санников С. П., Побединский В. В. К вопросу исследования искусственного интеллекта в техническом вузе 1212
Huseynov R. A., Sannikov S. P., Pobedinskiy V. V. On the issue of artificial intelligence research at a technical university
Костоусова Е. А., Сайко Ю. О., Паршин С. П., Агапитов Е. М. Математико-статистические модели зависимости биометрических показателей лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале 1217
Kostousova E. A., Saiko Yu. O., Parshin S. P., Agapitov E. M. Mathematical and statistical models of the dependence of biometric indicators of siberian larch in the ecotone of the upper woody vegetation boundary in the Polar Urals
Нагаева Т. А., Тарбеева Н. А. Использование искусственного интеллекта при проектировании набора кухонной мебели для квартиры-студии 1221
Nagaeva T. A., Tarbeeva N. A. Using artificial intelligence in designing a kitchen furniture set for a studio apartment
Паршин С. П., Сайко Ю. О., Рогачев В. Е., Агапитов Е. М. Разработка дистанционного метода оценки депонирования углерода древостоями основных лесообразующих пород Свердловской области на участках карбонового полигона «Урал-Карбон» 1226
Parshin S. P, Saiko Yu. O., Rogachev V. E., Agapitov E. M. Development of a remote sensing method for assessing carbon deposition by forest stands of the main forest-forming species of the Sverdlovsk region in the sites of the “Ural-Carbon” carbon landfill
Самойлов С. В., Тихонов С. Л. Создание пептида на основе протеомной базы 1230
Samoilov S. V., Tikhonov S. L. Creation of a peptide based on a proteomic base
Стратонов Д. Д., Паршин С. П., Фомин В. В. Моделирование рисков возникновения природных пожаров с использованием методов ядерной плотности и градиентного бустинга 1235
Stratonov D. D., Parshin S. P., Fomin V. V. Modeling wildfire risks using kernel density estimation and gradient boosting methods
Коршунов И. С., Сунцова К. П., Гасилова О. С., Астафьева О. М. Мониторинг дорожного движения……... 1238
Korshunov I. S., Suntsova K. P., Gasilova O. S., Astafieva O. M. Traffic monitoring

Научное издание

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ – ЛЕСНОМУ КОМПЛЕКСУ РОССИИ

Материалы XXII Всероссийской (национальной)
научно-технической конференции
студентов и аспирантов

ISBN 978-594984-981-1



Редакторы: Р. В. Сайгина, Е. Л. Михайлова, П. С. Фенина,
Л. Д. Черных, З. Р. Картавцева, Н. Ф. Тофан
Операторы компьютерной верстки: Т. В. Упорова, О. А. Казанцева

Подписано к использованию 26.03.2026.
Уч.-изд. л. 82,00. Объем 38,0 Мб.
Тираж 500 экз. (1-й завод 7 экз.).
Заказ № 8309.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Редакционно-издательский отдел. Тел.: 8(343)221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, оф. 15.
Тел.: 8(343)362-91-16