

УДК 674(063)
ББК 37.13
Д36

Организационный комитет:

Председатель Е. П. Платонов – ректор УГЛТУ. Заместители председателя: В. В. Фомин – проректор УГЛТУ по НР и ИД; А. Г. Магасумова – начальник УНИД; М. В. Газеев – зав. кафедрой МОД; В. Г. Новоселов – доцент кафедры МОД, ответственный секретарь симпозиума. Члены оргкомитета: А. М. Воронин – начальник отдела химической, легкой промышленности и лесопромышленного комплекса Минпромнауки Свердловской области; Е. Е. Шишкина – директор ИТИ; З. Я. Нагимов – директор ИЛП; И. Г. Первова – директор ХТИ; Н. П. Бунькова – заведующий РИО; Ропейко А. Г. – начальник ОМСИВС; К. В. Носоновских – аспирант, администратор сайта симпозиума.

Редакционная коллегия:

В. Г. Новоселов – ответственный секретарь; М. В. Газеев; А. В. Мялицин; А. В. Артемов; А. В. Мехренцев; Н. П. Бунькова.

Рецензент:

В. Е. Рысев – директор ООО «Проектсервис».

Д36 **Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века** [Электронный ресурс] : материалы XX Международного евразийского симпозиума 13–15 октября 2025 г. / под науч. ред. В. Г. Новоселова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. – 5,05 Mb. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

ISBN 978-5-94984-960-6

В книгу трудов включены доклады XX Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», проходившего 13–15 октября 2025 г. в городе Екатеринбурге. В трудах рассмотрены актуальные вопросы технологии заготовки и переработки древесины, отделки изделий; деревянного домостроения; совершенствования деревообрабатывающего оборудования и инструмента; производства древесных композиционных материалов; подготовки кадров; экологии и безопасности в деревообработке.

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

Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics; дисковод, мышь.

Ответственный за выпуск – В. Г. Новоселов

УДК 674(063)
ББК 37.13

ISBN 978-5-94984-960-6



9 785949 184960 6

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2025

XX

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ
13–15 октября 2025

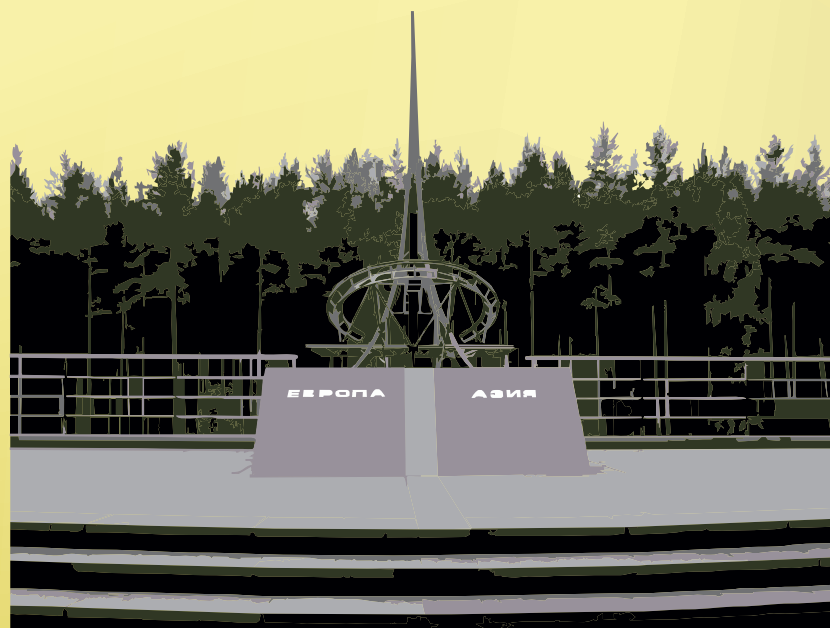
XX INTERNATIONAL
EURASIAN
SYMPOSIUM
13–15 October 2025



XX МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЕВРАЗИЙСКИЙ
СИМПОЗИУМ
13–15 октября 2025



ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический
университет» (УГЛТУ)

**ДЕРЕВООБРАБОТКА:
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ,
МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА**

**МАТЕРИАЛЫ
XX МЕЖДУНАРОДНОГО
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА
13–15 октября 2025 г.**

Электронное издание

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

ДЕРЕВООБРАБОТКА: ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

Материалы XX Международного евразийского симпозиума
13–15 октября 2025 г.

Электронное издание

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

УДК 674(063)
ББК 37.13
Д36

Организационный комитет:

Председатель Е. П. Платонов – ректор УГЛТУ. Заместители председателя: В. В. Фомин – проректор УГЛТУ по НР и ИД; А. Г. Магасумова – начальник УНИД; М. В. Газеев – зав. кафедрой МОД; В. Г. Новоселов – доцент кафедры МОД, ответственный секретарь симпозиума. Члены оргкомитета: А. М. Воронин – начальник отдела химической, легкой промышленности и лесопромышленного комплекса Минпромнауки Свердловской области; Е. Е. Шишкина – директор ИТИ; З. Я. Нагимов – директор ИЛП; И. Г. Первова – директор ХТИ; Н. П. Бунькова – заведующий РИО; Ропейко А. Г. – начальник ОМСиВС; К. В. Носоновских – аспирант, администратор сайта симпозиума.

Редакционная коллегия:

В. Г. Новоселов – ответственный секретарь; М. В. Газеев; А. В. Мялицин; А. В. Артемов; А. В. Мехренцев; Н. П. Бунькова.

Рецензент:

В. Е. Рысев – директор ООО «Проектсервис».

Д36 Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века [Электронный ресурс] : материалы XX Международного евразийского симпозиума 13–15 октября 2025 г. / под науч. ред. В. Г. Новоселова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. – 5,05 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

ISBN 978-5-94984-960-6

В книгу трудов включены доклады XX Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», проходившего 13–15 октября 2025 г. в городе Екатеринбурге. В трудах рассмотрены актуальные вопросы технологии заготовки и переработки древесины, отделки изделий; деревянного домостроения; совершенствования деревообрабатывающего оборудования и инструмента; производства древесных композиционных материалов; подготовки кадров; экологии и безопасности в деревообработке.

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

УДК 674(063)
ББК 37.13

Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3;
Видеосистема Intel HD Graphics; дисковод, мышь.

Ответственный за выпуск – В. Г. Новоселов

ISBN 978-5-94984-960-6

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2025

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Организованный в 2006 г. Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» в этом году проводится в двадцатый раз, является одним из ключевых и профессиональных мероприятий для работников лесоперерабатывающей и мебельной промышленности и посвящается 95-летию Уральского государственного лесотехнического университета.

Несмотря на множество трансформаций внутри образовательной структуры университета, УГЛТУ продолжает подготовку высококвалифицированных кадров для предприятий отрасли и является важнейшим «звеном», обеспечивающим научное, инновационное и кадровое сопровождение динамичного развития лесопромышленного комплекса региона.

В текущем году при поддержке Министерства промышленности и науки Свердловской области мероприятие проводится совместно с Международной выставкой мебели, оборудования и комплектующих для деревообрабатывающего, лесоперерабатывающего и мебельного производства «Мебель&Деревообработка Урал».

Мероприятие имеет большое практическое значение для обсуждения и решения актуальных вопросов совершенствования технологий мебельного и деревообрабатывающих производств, вопросов научно-технической и кадровой поддержки и развития предприятий с учетом выполнения регионального проекта «Производительность труда» Федерального проекта «Производительность труда» в рамках Национального проекта «Эффективная и конкурентная экономика».

От имени Уральского государственного лесотехнического университета приветствую всех участников XX Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». Желаю всем плодотворной работы, удачного решения поставленных задач, результативных деловых контактов и отличного настроения!

*С уважением,
ректор УГЛТУ*



Е. П. Платонов

Dedicated to the 95th anniversary of USFEU

DEAR COLLEAGUES!

The International Eurasian Symposium “Woodworking: Technologies, Equipment, Management of the 21st Century”, organized in 2006, is being held for the twentieth time this year. It is one of the key and professional events for workers in the woodworking and furniture industries and is dedicated to the 95th anniversary of the Ural State Forest Engineering University.

Despite numerous transformations within the educational structure of the university, USFTU continues to train highly qualified personnel for industry enterprises and is the most important “link” providing scientific, innovative and personnel support for the dynamic development of the forest industry complex of the region.

This year, with the support of the Ministry of Industry and Science of the Sverdlovsk Region, the event is being held jointly with the International Exhibition of Furniture, Equipment and Components for Woodworking, Forestry and Furniture Production “Furniture & Woodworking Ural”.

The event is of great practical importance for discussing and resolving current issues of improving technologies in furniture and woodworking production, issues of scientific, technical and personnel support and development of enterprises, taking into account the implementation of the regional project “Labor Productivity” of the Federal project “Labor Productivity” within the framework of the National Project “Efficient and Competitive Economy”.

On behalf of the Ural State Forest Engineering University, I welcome all participants of the 20th International Eurasian Symposium “Woodworking: Technologies, Equipment, and Management in the 21st Century”. I wish everyone fruitful work, successful solutions to the tasks set, productive business contacts, and a great mood!

*Sincerely,
Rector of USFEU*

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'P' followed by a long, wavy horizontal line.

E. P. Platonov

СОДЕРЖАНИЕ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

EFFICIENCY AND COMPETITIVENESS OF FORESTRY COMPLEX ENTERPRISES

<i>Беляева В. Н., Мехренцев А. В., Стариков Е. Н.</i> Исследование углеродного следа как инструмента природоподобия в лесном комплексе	10
<i>Belyaeva V. N., Mekhrentsev A. V., Starikov E. N.</i> Carbon footprint research as an instrument of nature-likeness in the forestry complex	10
<i>Полянская О. А., Тамби А. А.</i> Необходимость коррекции мер поддержки деревообрабатывающих предприятий по критерию производства продукции с высокой добавочной стоимостью	17
<i>Polyanskaya O. A., Tambi A. A.</i> Necessity to adjust support measures for Woodworking enterprises according to the criterion of producing products with high added value	17
<i>Уразова А. Ф.</i> Понятие качества технологического процесса лесопользования	23
<i>Urazova A. F.</i> The concept of quality of the technological process of forest management	23

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN WOOD PRODUCTION, PROCESSING AND FINISHING

<i>Краснова В. Ф., Мочалов Д. В., Алатырева Н. А.</i> Производство брашированной фанеры для создания декоративных стеновых панелей	29
<i>Krasnova V. F., Mochalov D. V., Alatyreva N. A.</i> Production of brushed plywood for creating decorative wall panels	29
<i>Лыхина Е. Ю., Носоновских К. В., Газеев М. В.</i> Влияние массовой доли ускорителя в эпоксидной клеевой композиции на прочность и время отверждения клеевого соединения	33
<i>Lykhina E. Yu., Nosonovskikh K. V., Gazeev M. V.</i> Influence of accelerator mass fraction in epoxy adhesive composition on strength and curing time of adhesive bonding	33
<i>Шишкина С. Б., Стрекова А. П.</i> Экологичная отделка изделий из древесины	39
<i>Shishkina S. B., Strekova A. P.</i> Ecological finishing of wood products	39

ДЕРЕВООБРАБОТКА В МАЛОЭТАЖНОМ И ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

WOODWORKING IN LOW-RISE AND INDUSTRIAL HOUSE CONSTRUCTION

<i>Мялицин А. В., Коленченко Д. А., Лобова Д. Я.</i> Преимущества использования МНМ-панелей в деревянном домостроении	47
<i>Myalitsin A. V., Kolenchchenko D. A., Lobova D. Ya.</i> Advantages of using МНМ-panels in wooden housing construction	47
<i>Палкина Ю. В., Чернышев О. Н.</i> Некоторые экологические вопросы производства клееного бруса для строительства	52
<i>Palkina Yu. V., Chernyshev O. N.</i> Some environmental issues in the production of glued laminated timber for construction	52

ПРОГРЕССИВНОЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

PROGRESSIVE WOODWORKING EQUIPMENT AND TOOLS

<i>Ведерников Я. Д., Рублева О. А., Васильева Е. С.</i> Обоснование требований к точности отдельных узлов штампового приспособления для формирования прямоугольных шипов	60
<i>Vedernikov Ya. D., Rubleva O. A., Vasilyeva E. S.</i> Justification of requirements to the accuracy of individual units of the stamping device for forming rectangular spikes	60
<i>Иванов С. П., Солдатов А. В.</i> Изменение конструкции грузовой платформы линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40	66
<i>Ivanov S. P., Soldatov A. V.</i> Modification of the design of the loading platform of LSPM-40 sawn timber sorting line	66
<i>Иванов С. П., Солдатов А. В., Кулев А. А.</i> Модернизация направляющих для цепи сортировочного транспортера линии ЛСПМ-40	72
<i>Ivanov S. P., Soldatov A. V., Kulev A. A.</i> Modernization of guides for the chain of the sorting conveyor of the LSPM-40 line	72
<i>Новоселов В. Г.</i> Уточнение методики расчета ременных передач приводов деревообрабатывающих машин	78
<i>Novoselov V. G.</i> Update of the calculation method of belt drive of woodworking machines	78
<i>Чаяевский В. В., Белый А. В., Рудак О. Г.</i> Характеристики TiAlN покрытий на твердосплавных ножах дереворежущего фрезерного инструмента	84
<i>Chaevsky V. V., Bely A. V., Rudak O. G.</i> Characteristics of TiAlN coatings on hard alloy knives of wood-cutting milling tools	84

ДРЕВЕСНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ WOOD COMPOSITE MATERIALS

Тухбатулин М. Н., Красильникова М. А., Баев А. А., Шкуро А. Е. Исследование влияния продолжительности выдержки на эффективность пропитки древесины огнезащитным составом	91
Tukhbatulin M. N., Krasilnikova M. A., Baev A. A., Shkuro A. E. Research of the influence of exposure time on the efficiency of wood impregnation with a fire-retardant composition	91
Шкуро А. Е., Артемов А. В., Штабнов Н. С., Бурындин В. Г. Определение модуля упругости композиционных материалов без связующих при испытаниях на трехточечный изгиб	96
Shkuro A. E., Artyomov A. V., Shtabnov N. S., Buryndin V. G. Determination of the elastic modulus of composite materials without binders in three-point bending tests	96
Яцун И. В., Кондюрин С. Д. Использование торфа в композициях теплоизоляционных материалов на основе отходов древесины: анализ патентных решений	102
Yatsun I. V., Kondyurin S. D. The use of peat in thermal insulation materials compositions based on wood waste: analysis of patent solutions	102

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ SAFETY AND ENVIRONMENTAL ISSUES IN WOOD RECYCLING

Берсенева К. Ю., Харьковская А. И., Курендо В. О., Артемов А. В. Обслуживание просек ЛЭП с применением системы программного комплекса	110
Berseneva K. Yu., Kharkovskaya A. I., Kurendo V. O., Artyomov A. V. Power transmission line right-of-way maintenance using a software package system	110
Воронова Н. А., Артемов А. В. Особенности определения качественного и количественного состава выбросов линии сращивания при производстве мебели	116
Voronova N. A., Artyomov A. V. Features of determining the qualitative and quantitative composition of emissions of splicing line in furniture production	116
Первова И. Г., Артемов А. В., Антонова А. М., Чемезова Т. С. Выбор оптимальной технологии переработки отходов лесного комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югра	122
Pervova I. G., Artyomov A. V., Antonova A. M., Chemezova T. S. Choosing the optimal technology for waste recycling from the forest complex of the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra	122

Сахаров Ю. В., Самусенко А. В., Лешукова Я. А., Ярцев А. О., Артемов А. В. Подход перевода рукописных записей в электронный формат в процедуре производственно-экологического контроля на предприятиях лесного комплекса	124
Sakharov Yu. V., Samusenko A. V., Leshukova Ya. A., Yartsev A. O., Artyomov A. V. The handwritten notes transfer approach in electronic format in the procedure of industrial and environmental control at forestry complex enterprises	124
Чумарный Г. В., Сахаров Ю. В. Перспективы автоматизации процессов измерения физических и химических производственных факторов при контроле условий труда в деревообработке	128
Chumarny G. V., Sakharov Yu. V. Prospects for automation of measurement processes of physical and chemical production factors in the control of working conditions in woodworking	128

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

PROBLEMS OF VOCATIONAL EDUCATION AND ENGINEERING IN WOODWORKING

Иванов В. В., Азанов Е. Н., Лоозе К. Д. Оценка влияния квалификации машинистов лесозаготовительных машин на производительность труда	141
Ivanov V. V., Azanov E. N., Looze K. D. Assessment of the impact of the qualification of forestry machine operators on labor productivity	141
Побединский В. В., Мехренцев А. В., Санников С. П. Перспективы повышения квалификации специалистов предприятий деревообрабатывающей отрасли	145
Pobedinsky V. V., Mekhrentsev A. V., Sannikov S. P. Prospects for advanced training specialists of woodworking industry enterprises	145
Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Разработка и особенности внедрения интегративного учебного курса «Специальные технологии обработки древесины»	152
Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. Development and implementation features of the integrative education course “Special wood processing technologies”	152
Якимович С. Б. Лесозаготовки будущего: профессиональный преподаватель отраслевых дисциплин и технолог или искусственный интеллект	157
Yakimovich S. B. Timber cutting of the future: professional teacher of industry disciplines and technologist or artificial intelligence.....	157

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ
И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ
ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

**EFFICIENCY AND COMPETITIVENESS
OF FORESTRY COMPLEX ENTERPRISES**

Научная статья
УДК 630.6; 332.14; 334.7

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА КАК ИНСТРУМЕНТА ПРИРОДОПОДОБИЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Валерия Николаевна Беляева¹, Андрей Вениаминович Мехренцев²,
Евгений Николаевич Стариков³

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

³ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург,
Россия

¹ Lera44720@gmail.com

² mehrentsevav@m.usfeu.ru

³ starik1705@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена обоснованию методики расчета углеродного следа в лесном комплексе. Выполнен анализ энергозатрат на примере предприятия, производящего пиломатериалы и древесные плиты. Составлен баланс годового потребления различных видов топлива. Разработаны технологические мероприятия, направленные на снижение величины углеродного следа.

Ключевые слова: энергосбережение, энергетический анализ, технологический процесс, углеродный след

Для цитирования: Беляева В. Н., Мехренцев А. В., Стариков Е. Н. Исследование углеродного следа как инструмента природоподобия в лесном комплексе // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equip-ment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 10–16.

Original article

CARBON FOOTPRINT RESEARCH AS AN INSTRUMENT OF NATURE-LIKENESS IN THE FORESTRY COMPLEX

Valeria N. Belyaeva¹, Andrey V. Mekhrentsev², Evgeny N. Starikov³

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

³ Ural State Economic University, Ekaterinburg, Russia

¹ Lera44720@gmail.com

² mehrentsevav@m.usfeu.ru

³ starik1705@yandex.ru

© Беляева В. Н., Мехренцев А. В., Стариков Е. Н., 2025

Abstract. The article is devoted to the substantiation of the methodology for calculating the carbon footprint in the forestry complex. The analysis of energy consumption is carried out using the example of an enterprise producing sawn timber and wood boards. The balance of annual consumption of various types of fuel has been compiled. Technological measures have been developed to reduce the value of the carbon footprint.

Keywords: energy saving, energy analysis, technological process, carbon footprint

For citation: Belyaeva V. N., Mekhrentsev A. V., Starikov E. N. (2025) Issledovanie uglerodnogo sleda kak instrumenta prirodoobiya v lesnom komplekse [Carbon footprint research as an instrument of nature-likeness in the forestry complex]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : proceedings of the XX International Eurasian symposium. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 10–16 (In Russ).

Лесопромышленный комплекс имеет огромный ресурсный потенциал и является значимым сектором экономики страны, обеспечивая занятость свыше 500 тыс. человек и создавая до 1,3 % ВВП страны. В лесной отрасли работает около 40 тыс. предприятий.

Лес, выполняя для предприятий лесного комплекса сырьевую функцию, играет важную роль в поддержании глобального экологического равновесия.

Изменение климата и истощение природных ресурсов – глобальный вызов современного мира. Предприятия лесного комплекса, с одной стороны, через выбросы при производстве увеличивают общий углеродный след, а с другой стороны, лесные земли являются ключевым ресурсом для декарбонизации экономики. Необходимость повышения экологической эффективности лесного комплекса способствует снижению загрязняющих выбросов парниковых газов в атмосферу и сохранению природных ресурсов, а также повышает конкурентоспособность предприятий в отрасли на экспортном рынке.

Целью данного исследования является обоснование механизма расчета углеродного следа предприятия лесного комплекса и разработка технологических мероприятий по его снижению.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ энергозатрат в технологическом процессе заготовки и вывозки древесного сырья;
- выполнить расчет углеродного следа на примере ООО «Увадрев-Холдинг»;
- разработать технологические мероприятия для снижения углеродного следа предприятия.

Предприятие ООО «Увадрев-Холдинг» расположено в Приволжском федеральном округе на территории Удмуртской республики в поселке Ува. Оно является не только градообразующим предприятием пос. Ува, но и крупнейшим предприятием лесопромышленного комплекса Удмуртской Республики. ООО «Увадрев-Холдинг» – это предприятие полного цикла, включающего технологический процесс от ведения лесного хозяйства и лесозаготовок в арендованном лесном фонде до производства и поставок продукции лесопиления и древесно-стружечных плит конечному потребителю [1].

Углеродный след – это совокупность выбросов парниковых газов, произведенных прямо или косвенно в результате хозяйственной и/или иной деятельности отдельного человека, предприятия, региона или целого государства.

Традиционно углеродный след принято измерять в тоннах эквивалента углекислого газа (CO₂), но при подсчетах учитывается не только CO₂, но и метан, закись азота и другие менее распространенные парниковые газы [2].

В современных условиях оценка углеродного следа становится важным инструментом для:

- определения влияния предприятия на окружающую среду;
- оптимизации энергопотребления;
- повышения конкурентоспособности продукции;
- привлечения инвестиций;
- соответствия международным экологическим стандартам.

В соответствии с международной методологией выбросы подразделяются на три основные категории.

Прямые выбросы – это выбросы от источников, находящихся под прямым контролем предприятия.

Косвенные энергетические выбросы – это выбросы, связанные с производством потребляемой предприятием электроэнергии.

Прочие косвенные выбросы – это выбросы, связанные с производственной цепочкой, логистикой и утилизацией продукции.

В России действует Национальный стандарт [3], являющийся аналогом международного стандарта ISO 14061–14064.

Расчет углеродного следа осуществляется по следующим формулам:

Для прямых выбросов:

$$EScope1 = Qi \cdot EFi$$

где Qi – объем топлива, л;

EFi – коэффициент выбросов CO₂.

Для косвенных выбросов:

$$EScope2 = Ci \cdot EFel$$

где Ci – количество потребляемой энергии, кВт*ч;

$EFel$ – коэффициент выбросов CO₂.

Общий углеродный след:

$$E_{total} = E_{Scope1} + E_{Scope2}.$$

В таблице представлены данные о расходах различного вида топлива на предприятии ООО «Увадрев-Холдинг» в технологическом процессе по обеспечению технологической щепой основного производства ДСП за 2024 г.

Данные о расходах различного вида топлива на предприятии ООО «Увадрев-Холдинг»

Номенклатура	Расход
Бензин, л	85 753,911
Дизельное топливо, л	95 375,681
Жидкость техническая, л	30 238,700
Масло гидравлическое, л	39596,000
Масло промышленное, л	62974,200
Смазка, л	4229,78
Электрэнергия, кВт*ч	77122276

Расчет прямых выбросов:

Бензин:

$$E_{Scope1} = 85753,911 \cdot 2,3 = 197233,99 \text{ (кг) CO}_2.$$

Дизельное топливо:

$$E_{Scope1} = 95375,681 \cdot 2,54 = 242254,23 \text{ (кг) CO}_2.$$

Жидкость техническая:

$$Scope1 = 30238,7 \cdot 2,37 = 71665,72 \text{ (кг) CO}_2.$$

Масло гидравлическое:

$$Scope1 = 39596,0 \cdot 2,68 = 106117,28 \text{ (кг) CO}_2.$$

Масло промышленное:

$$Scope1 = 62974,2 \cdot 2,68 = 168770,86 \text{ (кг) CO}_2.$$

Смазка:

$$Scope1 = 4229,78 \cdot 2,68 = 11335,82 \text{ (кг) CO}_2.$$

$$\begin{aligned} \Sigma Scope1 &= 197233,99 + 242254,23 + 71665,72 + 106117,28 + \\ &+ 168770,86 + 11335,82 = 797367,9 \text{ (кг) CO}_2. \end{aligned}$$

Расчет косвенных выбросов:

$$E_{Scope2} = 77122276 \cdot 0,34 = 26221573,84 \text{ (кг) CO}_2.$$

Общий углеродный след:

$$\begin{aligned} E_{total} &= 797367,9 + 26221573,84 = 27018941,74 \text{ (кг) CO}_2 = \\ &= 27018,94 \text{ т CO}_2. \end{aligned}$$

Консервация углерода в древесных материалах и изделиях длительного использования представляет собой естественный процесс связывания атмосферного CO₂ в процессе фотосинтеза, который продолжается даже после вырубki деревьев и переработки древесины. При производстве пиломатериалов и древесно-стружечных плит углерод остается «зафиксированным» в структуре материала на протяжении всего срока его использования.

При естественном жизненном цикле дерева в конце оно деформируется, либо сгорает, эти процессы высвобождают весь углерод, накопленный деревом в течение жизни, углерод, вступая в реакцию с кислородом, образует CO₂, именно поэтому производство древесных строительных материалов способствует долгосрочной консервации углерода и снижению CO₂ в атмосфере.

Производство древесно-стружечных плит позволяет продлевать жизненный цикл деревьев, используя их как материалы для строительства и изготовления мебели, которые могут быть в дальнейшем переработаны.

Экологические преимущества производства древесных строительных материалов неоспоримо, т. к. за счет этого снижаются выбросы.

Снижение выбросов достигается за счет:

- консервации углерода в готовой продукции;
- использования древесных отходов в производстве;
- переработки вторичного сырья в процессе рециклинга;
- снижения потребности в новых лесных землях для лесозаготовок.

Снижение углеродного следа предприятия на этапе лесосечных работ возможно за счет следующих технологических мероприятий:

- внедрение несплошных рубок спелых насаждений с помощью лесозаготовительных машин с процессорным управлением;
- повышение энергоэффективности технологических процессов;
- внедрение переработки порубочных остатков, дровяной древесины в щепу с последующей ее вывозкой;
- использования гибридных силовых установок в технологическом процессе;
- применение лесотранспортных машин на базе газодизельных силовых установок.

Внедрение технологии переработки порубочных остатков в топливную щепу позволяет не только решить проблему утилизации отходов лесосечных работ, но и существенно снизить углеродный след за счет использования возобновляемых источников энергии и сокращения выбросов парниковых газов.

Сокращение выбросов достигается за счет:

- использования возобновляемых источников энергии;
- меньшего выброса CO_2 при сжигании древесного топлива по сравнению с минеральным топливом;
- сниженного содержания вредных веществ в золе.

Гибридные силовые установки представляют собой систему, которая сочетает в себе два источника энергии: двигатель внутреннего сгорания и электрический двигатель с аккумуляторными батареями. Внедрение таких машин влияет на снижение углеродного следа, экономию топлива и повышение энергоэффективности.

Внедрение гибридных машин хотя и имеет высокие первоначальные затраты, однако это окупается в течении 3–5 лет за счет экономии топлива. В России такие технологии особенно актуальны в рамках нацпроекта «Экология» и перехода на низкоуглеродную экономику. В мае 2025 г. *Ponsse* выпустили свою модель гибридного дизель-электрического харвестера.

Применение машин с газодизельными двигателями при лесосечных работах оказывает значительное влияние за счет снижения выбросов парниковых газов, при этом улучшает экологическую устойчивость процессов.

Если сравнивать с традиционными дизельными двигателями, газодизельные выделяют меньше CO_2 в атмосферу, это реализуется за счет того, что природный или древесный горючий газ, используемый в таких двигателях, содержит меньше углерода. Выбросы снижаются примерно на 15–20 % при одинаковой мощности [4]. Также при использовании таких двигателей уменьшается содержание оксидов азота и серы в выхлопных газах, что так важно при лесосечных работах, которые часто проводятся в удаленных и экологически чувствительных районах.

В проведенном исследовании на примере одного из предприятий лесного комплекса выполнен расчет углеродного следа технологического процесса на основе энергетического анализа с учетом процесса депонирования углерода [5].

На основе выполненных расчетов можно сделать вывод о важности реализации проектов в сфере энергосбережения для снижения углеродного следа. В связи с этим разработаны технологические мероприятия по снижению уровня углеродного следа.

Список источников

1. ЛДСП // Увадрев-Холдинг : [сайт]. URL: <https://www.uvadrev.ru/products/ldsp/?ysclid=mcbv5a88o9375113885> (дата обращения: 05.08.2025).
2. Сидоров В. С. Экологические аспекты лесосечных работ // Лесная промышленность. 2025. №2. С. 55–62.

3. ГОСТ Р 56276-2014 /ISO/TS 14067:2013 Группа T58. Национальный стандарт Российской Федерации Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и предоставлению информации // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200117795> (дата обращения: 05.08.2025).

4. Глядяев С. О., Беленький Ю. И. Системы машин для переработки древесных отходов на технологическую щепу на лесосеке // Технология и оборудование лесопромышленного комплекса : сборник научных трудов. СПб. : СПбГЛТА, 2008. С. 43–45

5. 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.

References

1. Chipboard // Uvadrev-Holding : [website]. URL: <https://clk.li/Lbac> (date of accessed: 08.05.2025).

2. Sidorov V. S. Ecological aspects of logging operations // Forest industry. 2025. № 2. P. 55–62.

3. GOST R 56276-2014 /ISO/TS 14067:2013 Group T58. National standard of the Russian Federation Greenhouse gases. The carbon footprint of products. Requirements and guidelines for the quantification and provision of information // Codex : [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200117795> (date of accessed: 08.05.2025).

4. Glyadyaev S. O., Belenky Yu. I. Systems of machines for processing wood waste into technological chips in a logging area // Technology and equipment of the timber industry complex : collection of scientific papers. St. Petersburg : SPbGLTA, 2008. P. 43–45

5. Carbon deposition by the main forest-forming tree species of the carbon landfill of the Sverdlovsk region / V. V. Fomin, V. E. Rogachev, E. M. Agapitov [et al.] // Forests of Russia and agriculture in them. 2024. № 4 (91). P. 4–16.

НЕОБХОДИМОСТЬ КОРРЕКЦИИ МЕР ПОДДЕРЖКИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО КРИТЕРИЮ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ С ВЫСОКОЙ ДОБАВОЧНОЙ СТОИМОСТЬЮ

Ольга Алексеевна Полянская¹, Александр Алексеевич Тамби²

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

² Ассоциация «ЛЕСТЕХ», Санкт-Петербург, Россия

¹ polyanskaya_78@mail.ru

² aleksandr.tambi@alestech.ru

Аннотация. При формировании мер государственной поддержки необходимо отдавать предпочтение деревообрабатывающим предприятиям, обеспечивающим получение большей добавочной стоимости из единицы перерабатываемых круглых лесоматериалов. Такой продукцией могут быть LVL, клееные балки и брусья, двутавровые балки, ДПК и т. д. Необходимо обеспечение перехода отрасли от экстенсивного к интенсивному производству.

Ключевые слова: приоритетные инвестиционные проекты, продукция ЛПК, меры государственной поддержки

Для цитирования: 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 = Woodworking: technologies, equip-ment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 17–22.

NECESSITY TO ADJUST SUPPORT MEASURES FOR WOODWORKING ENTERPRISES ACCORDING TO THE CRITERION OF PRODUCING PRODUCTS WITH HIGH ADDED VALUE

Olga A. Polyanskaya¹, Alexander A. Tambi²

¹ St. Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia. S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia

² Association “LESTECH”, St. Petersburg, Russia

¹ polyanskaya_78@mail.ru

² aleksandr.tambi@alestech.ru

Abstract. When forming state support measures, it is necessary to give preference to woodworking enterprises, which provide greater added value from a unit of processed round wood products. Such products can be LVL, glued beams and bars, I-beams, WPC etc. It is necessary to ensure the transition of the industry from extensive to intensive production.

Keywords: priority investment projects, products of forestry enterprises, state support measures

For citation: Polyanskaya O. A., Tambi A. A. (2025) Neobhodimost' korrektsii mer podderzhki derevoobrabatyvayushchih predpriyatij po kriteriyu proizvodstva produktsii s vysokoj dobavochnoj stoimost'yu [Necessity to adjust support measures for woodworking enterprises according to the criterion of producing products with high added value]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : proceedings of the XX International Eurasian symposium. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 17–22 (In Russ).

Структура выпуска продукции ЛПК, учитываемая Федеральной службой государственной статистики, практически неизменна на протяжении нескольких десятилетий и включает в себя пиломатериалы, ДВП, ДСтП и аналогичные древесные плиты, окна, двери, мебель, целлюлозу и картон, а также пеллеты [1].

Основным видом продукции деревообрабатывающих производств по объему перерабатываемого сырья являются пиломатериалы. Их видимое производство в 2024 г. достигло показателя 28,2 млн м³, кроме того, по экспертным оценкам на малых предприятиях изготавливается еще 8–12 млн м³ пиломатериалов, что в совокупности требует для их производства не менее чем 80 млн м³ пиловочных бревен, что соответствует 40 % общего объема заготовленных в России в 2024 г. круглых лесоматериалов всех видов.

Основные традиционные для России экспортные рынки пиломатериалов в настоящий момент перешли к снижению объемов закупки или за-

крыты из-за санкций. Однако несмотря на высокую конкуренцию и вынужденное снижение стоимости продукции, ввиду высокого уровня предложения пиломатериалов на рынке, – в рамках приоритетных инвестиционных проектов с долей чуть менее 50 % государственную поддержку получили именно лесопильные предприятия. В период с 10.06.2022 по 9.04.2024 гг. одобрен ряд проектов с совокупным объемом производства 3,7 млн м³ пиломатериалов в год. Исходя из анализа баланса предложения и спроса, создание новых предприятий с государственной поддержкой приведет к банкротству старых заводов, поскольку усилится конкуренция, в том числе неравная, а сбыт всего объема возможных к производству в РФ пиломатериалов практически невозможен даже в условиях отмены санкций и возвращения к свободной торговле на мировых рынках, т. к. на них также фиксируется кризис перепроизводства пилопродукции.

	Произведено в 2023 г.	Произведено в 2024 г.	Произведено в январе-феврале 2025 г.	Январь-февраль 2025 г. в % к январю-февралю 2024 г.
Заготовка круглых лесоматериалов	186–190 млн м ³	195 млн м ³	н/д	н/д
Лесоматериалы, продольно-распиленные или расколотые	28,03 млн м ³	28,2 млн м ³	4,2 млн м ³	98,0%
Фанера	3,258 млн м ³	3,425 млн м ³	0,544 млн м ³	102,4%
Плиты древесноволокнистые из древесины	698,7 млн усл. м ²	712 млн усл. м ²	112 млн усл. м ²	90,0 %
Плиты древесно-стружечные и аналогичные плиты из древесины	11,5 млн усл. м ³	13,9 млн усл. м ³	1,895 млн усл. м ³	104,7%
Окна и их коробки деревянные	329,5 тыс. м ²	284 тыс. м ²	41,8 тыс. м ²	120%
Двери, их коробки и пороги деревянные	22,28 млн м ²	22,3 млн м ²	2,9 млн м ²	91,3%
Гранулы топливные (пеллеты)	1,342 млн тонн	1,099 млн тонн	0,188 млн тонн	90,9%
Целлюлоза	8,538 млн тонн	8,538 млн тонн	1,411 млн тонн	98,0%
Бумага и картон	10,11 млн тонн	10,658 млн тонн	1,757 млн тонн	99,0%

Рис. 1. Лесопромышленный комплекс (итоги 2024 г.) [1]

В сфере создания новых плитных предприятий ситуация также очень неоднозначная. Рост объемов производства плит из измельченной древесины поддерживался развитием ипотечного кредитования и возможностью получения дешевых кредитов. К настоящему моменту можно отметить тренд на снижение объемов ввода жилья и насыщение рынка плитной продукцией. Вместе с тем, на рис. 2 приведены данные по рентабельности крупнейших отечественных предприятий по выпуску плит из измельченной древесины. Первые четыре места занимают заводы, нацеленные на выпуск не плит, а готовой продукции, реализуемой в сегменте B2C, что позволяет обеспечивать сравнительно высокую рентабельность продаж. При создании новых заводов, ориентированных исключительно на обезличенный выпуск плит, в некоторой степени исключая фибролитовые плиты и ОСП (в зависимости от региона производства), ситуация очень напоминает ту, которая складывается

в сегменте производства пиломатериалов. 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. м³, древесноволокнистых плит МДФ – 730 тыс. м³, ОСП – 1,45 млн м³, ДСтП – 50 тыс. м³. Вывод этой продукции на рынок также лишь нарастит конкуренцию, поскольку предпосылки для соразмерного роста емкости рынка также отсутствуют, а рентабельность вновь вводимых предприятий будет складываться из результатов текущей экономической деятельности и мер господдержки, что неминуемо ухудшит условия уже работающим предприятиям.

Компания	Чистая рентабельность продаж						
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	Средневзвеш. за 6 лет
ООО "Кастамону Интегрейтед Вуд Индастри"	22,70%	25,50%	35,50%	7,10%	32,80%	1,20%	20,80%
ООО "Кроношпан«/»Ультрадекор»	16,40%	16,10%	29,50%	14,60%	11,70%	10,90%	16,53%
ООО "Свисс Кроно"	12,05%	13,70%	22,60%	8,90%	7,90%	5,10%	11,71%
ООО "ЭГТЕР Древпродукт Шуя"	20,30%	12,70%	18,40%	12,60%	6,30%	1,50%	11,97%
ООО ДОК "Калевала"		2,80%	24,40%	4,80%	3,70%	7,40%	8,62%
ООО "Монолит-Строй"	3,80%	9,30%	20,10%	4,00%	7,30%	3,80%	8,05%
ООО "ШКДП"	8,20%	7,60%	22,30%	7,20%	-1,20%	-1,30%	7,13%
ООО "Кроношпан ОСБ«/»Ультраплай»		22,40%	30,70%	-37,60%	36,00%	-81,30%	-5,96%
ООО "Завод Невский Ламинат"		5,80%	16,30%	8,10%	0,00%	-0,40%	5,96%
ООО "ЭГТЕР Древпродукт Гагарин"	18,70%	7,40%	13,20%	9,20%	4,30%	-8,70%	7,35%

Рис. 2. Чистая рентабельность продаж по производителям плит [2]

На рис. 3 приведены изменения стоимости продукции при переходе от модели выпуска «полуфабрикатов» к конечной продукции для массового потребителя. При этом доля таких продуктов не учитывается Росстатом, что косвенно позволяет судить о малом объеме их производства, несмотря на то, что именно такие продукты ЛПК могут конкурировать с продукцией, вырабатываемой другими отраслями промышленности, – пластиком, керамикой и другими композиционными отделочными материалами.

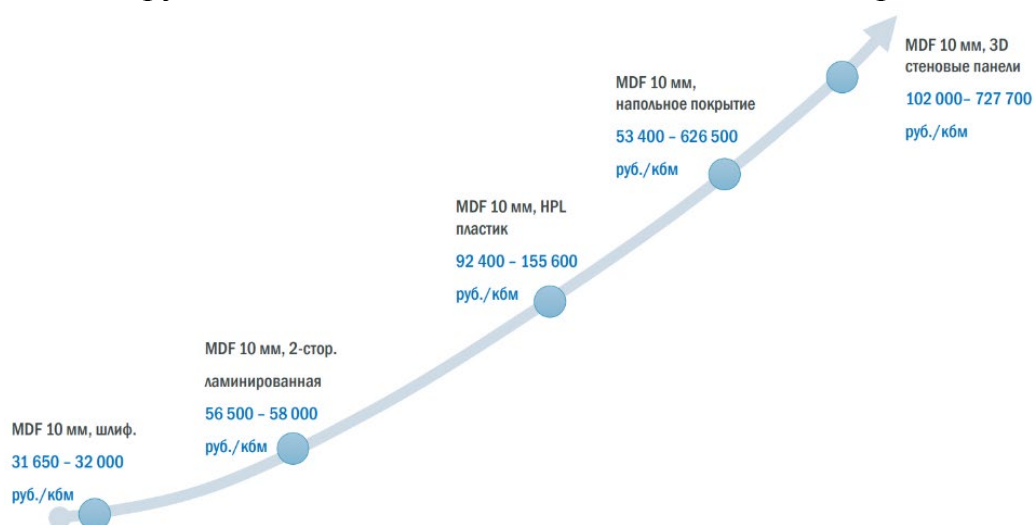


Рис. 3. Влияние уровня переработки на стоимость продукта (приведены розничные цены по состоянию на сентябрь 2024 г.) [2]

Исходя из анализа динамики объемов продукции (рис. 1), а также оценки баланса производства и потребления [3], можно сделать следующие выводы:

– на получение мер государственной поддержки должны иметь право претендовать только те предприятия, которые желают организовать новые производства по выпуску стандартных для России видов продукции, учитываемой Росстатом, которые смогут обосновать направления сбыта дополнительных объемов выпускаемой в стране продукции и гарантировать этот сбыт либо вернуть полученные от государства средства при невыполнении заявленных показателей;

– при государственной поддержке приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов необходимо внесение дополнительного показателя, определяющего минимально возможную долю продукции, которую на предприятии, создаваемом с привлечением мер государственной поддержки, будут дорабатывать в конечную продукцию с высокой добавочной стоимостью: CLT-панели, клееные балки и брусья, напольные покрытия из плитных материалов, prefab-элементы для деревянного домостроения и т. д., либо дополнительно создаваемые участки по выпуску ДПК, термомодифицированной древесины, также с привязкой объемов производства подобной продукции к объемам основного производства стандартизированных и широко выпускаемых материалов.

Список источников

1. Лесопромышленный комплекс. Итоги 2024 г. и январь-февраль 2025 г. // Бюллетень Ассоциации «Лестех». 2025. № 20. С. 16.

2. Липский В. А. Лесопромышленный комплекс России: итоги 2024 г. и прогноз на 2025 г. Необходимость системных и принципиальных изменений в отношении отходов в ЛПК // Материалы X Биотопливного конгресса. [Электронный ресурс]. URL: <https://alestech.ru/library/seminar-material?id=363> (дата обращения: 13.06.2025).

3. Полянская О. А. Общая характеристика текущей экономической ситуации ЛПК России и перспективы развития // Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 17 июня 2021 года. Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. С. 101–106.

References

1. Forestry Industry Complex. Results of 2024 and January-February 2025 // Bulletin of the Association “Lestech”. №. 20. 2025. P. 16. (In Russ).

2. Lipsky V. A. Forestry Industrial Complex of Russia: 2024 results and forecast for 2025. The need for systemic and fundamental changes in relation to

waste in the forestry industry complex // Proceedings of the X Biofuel Congress. [Electronic resource]. URL: <https://alestech.ru/library/seminar-material?id=363> (date of accessed: 13.06.2025) (In Russ).

3. Polyanskaya, O. A. General characteristic of the current economic situation of the Russian forestry industry complex and development prospects // Modern machines, equipment and IT-solutions of the forestry industry complex: theory and practice : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Voronezh, June 17, 2021. Voronezh : Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov. G. F. Morozov, 2021. C. 101–106. (In Russ).

Научная статья
УДК 630.68

ПОНЯТИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Алина Флоритовна Уразова

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

urazovaaf@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с обоснованием необходимости применения управления качества в лесозаготовительной деятельности для повышения эффективности процессов лесопромышленного производства. Приводятся наиболее важные критерии для оценки качества лесозаготовок.

Ключевые слова: качество, управление качеством, технология лесозаготовки, качество рубок

Для цитирования: Уразова А. Ф. Понятие качества технологического процесса лесопользования// Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. – С. 23–27.

Original article

THE CONCEPT OF QUALITY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF FOREST MANAGEMENT

Alina F. Urazova

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

urazovaaf@m.usfeu.ru

Abstract. The article considers issues related to the justification of the necessity of quality management application in logging activities to improve the efficiency of forestry production processes. The most important criteria for assessing the quality of timber cutting are given.

Keywords: quality, quality management, technology of timber cutting, cutting quality

For citation: Urazova A. F. (2025) Ponyatie kachestva tekhnologicheskogo processa lesopol'zovaniya [The concept of quality of the technological process of

forest management]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : proceedings of the XX International Eurasian symposium. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 23–27 (In Russ).

В последние годы опубликовано большое число работ, всесторонне рассматривающих вопросы управления качеством как на общетеоретическом уровне, так и для конкретных отраслей народного хозяйства: промышленности, торговли, финансов, медицины, образования, науки и т. д. [1]. Вместе с тем, до сих пор нет единого подхода к комплексной оценке и, соответственно, показателям качества рубок. В то время как лесной комплекс занимает центральное место в экономике многих регионов, обеспечивая не только создание рабочих мест, но и производство продукции как для внутреннего рынка, так и для экспорта. Наряду с экономическим и социальным аспектами особую значимость приобрел и экологический аспект. В условиях глобальных изменений климата, ужесточения экологических норм и растущей конкуренции лесозаготовительные предприятия сталкиваются с необходимостью развития, повышением своей эффективности и управлением качеством во всех трех названных аспектах.

Управление качеством – вид деятельности, который сегодня все шире внедряется в системы управления процессами во всех сферах деятельности. Освоить и проводить его на постоянной основе можно только при условии осознания предмета управления, в данном случае – «качества».

Надо признать, что к определенным элементам процесса рубок ухода и пользования полезностями леса, с точки зрения управления качеством процесса, неоднократно обращались отечественные и зарубежные авторы [2, 3]. Подавляющее большинство этих работ относится к экологическим аспектам лесоэксплуатации, сохранению биоразнообразия лесной среды, а также количественным оценкам качества лесовозобновления.

«Качество» мы все подспудно понимаем, но каждый по-своему. Это термин, который многие употребляют в разных значениях, применительно к определенной ситуации. Традиционно в России понятие «качество» сужается к хотя и важной, но одной из его составляющих, а именно к качеству продукции. С качеством продукции все, будучи потребителями, сталкиваются ежедневно, каждый способен высказать свое мнение о потребительских свойствах той или иной продукции. Например, часто говорят, что «качество должно быть на первом месте», однако что при этом понимается под качеством? Некоторые соглашались с мнением, что качество означает отсутствие дефектов. Другие имеют в виду надежность, дополнительные удобства, существенный рост производительности, безопасность или отсутствие вредного влияния на окружающую среду.

Сложнее обстоит с пониманием определения качества применительно к технологическим процессам: качество проведения рубок, качество управления, качество производства и т. п.

Цель управления каждым из мероприятий технологических процессов территориального локального лесного комплекса формулируется как подцель, направленная на достижение глобальной цели. Для того чтобы управлять качеством территориального лесного комплекса, требуется провести его фрагментирование на составные процессы. Лесохозяйственные подразделения, обеспечивающие сырьем перерабатывающие производства, должны быть ориентированы на производство целевой номенклатуры сортиментов. При этом необходимо рассматривать совокупность последовательных процессов: мероприятий по воспроизводству и уходу за лесами (все виды рубок), комплексному пользованию полезностями леса.

Главное: единое качество не есть «сумма качества элементов», оно достигается только путем совершенствования всех звеньев цепи процессов деятельности, которая разрушится, если хотя бы одно из звеньев цепи выпадет. И поэтому совершенствование качества управления лесным комплексом – это пошаговая работа в этом направлении в каждом из составляющих его процессов.

Таким образом, одним из наиболее подходящих определений в производственном аспекте, по нашему мнению, является: «качество – это результат профессионально управляемого, грамотно спроектированного, материально и информационно обеспеченного процесса, а не итог контроля» [4], т. е. то качество, которым производители должны научиться осознанно управлять.

Ниже приведены наиболее важные критерии (показатели) для оценки качества проведения процесса лесозаготовок.

Эффективность. Под эффективностью подразумевается результативность. Эффективность технологического процесса рубок главного пользования лесом заключается не только в экономических выгодах от заготовки и реализации древесины, но и рассматривается углерододепонирующая и кислородопродуцирующая способность насаждений, формируемых в процессе рубок, а также совокупные затраты на комплекс работ «лесозаготовление – лесовосстановление», приходящиеся на единицу заготавливаемой древесины [5].

Производительность. Оцениваются сменная и часовая выработки систем машин, а также отдельных машин и механизмов по основным операциям лесосечных работ.

Экологичность. К экологическим показателям относят повреждения почвогрунтов (глубина колеи, степень уплотнения почвы по следу машин), сохранность подроста, повреждения оставляемых на доращивание деревьев, сохранение биологического разнообразия.

Качество лесоматериалов. Оценка качества заготовленных деловых сортиментов по группам, исходя из размерно-качественных характеристик, предъявляемых к сортиментам потребителями, с учетом природно-производственных условий.

Безопасность и комфортность условий труда. В качестве таких показателей используют показатели, которые характеризуют престижность профессии, тяжесть труда (уровень шума и вибрации, обзорность и др.).

Таким образом, при оценке эффективности технологии заготовки в первую очередь нужно грамотно организовать процесс лесозаготовки, следовательно, учитывать все вышеуказанные критерии при выборе системы машин для осуществления процесса рубок, обратить внимание на эргономичность машины для комфортной работы оператора и на экологические факторы для того, чтобы произвести лесозаготовку с наименьшими потерями для окружающей среды.

Достижение качества в управлении лесными ресурсами является главной задачей для сохранения, приумножения и эффективного использования лесных богатств в интересах человека, общества и государства.

Список источников

1. Средащадящие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И. В. Григорьев, А. И. Жукова, О. И. Григорьева, А. В. Иванов. СПб. : ЛТА, 2008. 174 с.
2. Оптимизация параметров технологических процессов лесопромышленного комплекса Дальнего Востока на принципах устойчивого лесопользования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Павел Борисович Рябухин. Хабаровск, 2008. 42 с.
3. Обоснование методики оценки экологической эффективности лесопользования / И. В. Григорьев, О. И. Григорьева, А. И. Никифорова, О. А. Куницкая // Вестник КрасГАУ. 2012. № 6 (69). С. 72–77.
4. Магер В. Е. Управление качеством. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 255 с.
5. Азаренок В. А., Герц Э. Ф., Силуков Ю. Д. Алгоритм выбора технологии и системы машин для выполнения рубок // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1 (93). С. 35–36.

References

1. Environment-sparing technologies of cutting area development in the conditions of the North-West region of the Russian Federation / I. V. Grigoriev, A. I. Zhukova, O. I. Grigorieva, A.V. Ivanov. St. Petersburg : StPSFA, 2008. 174p.

2. Optimization of parameters of technological processes of the forestry industrial complex of the Far East on the principles of sustainable forest management : authors's abstract of the dissertation for the degree of doctor of technical sciences / Pavel Borisovich Ryabukhin. Khabarovsk, 2008. 42 p.

3. Justification of the methodology of the ecological efficiency assessment of the forest management / I. V. Grigoriev, O. I. Grigorieva, A. I. Nikiforova, O. A. Kunitskaya // Bulletin of KrasSAU. 2012. № 6 (69). P. 72–77.

4. Mager V. E. Quality management. St. Petersburg : Publishing house of the Polytechnic University, 2010. 255 p.

5. Azarenok V. A., Hertz E. F., Silukov Yu. D Algorithm for selection technology and machine system for cutting // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 1 (93). P. 35–36.

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ
И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

**NEW TECHNOLOGICAL
SOLUTIONS IN WOOD PRODUCTION,
PROCESSING AND FINISHING**

ПРОИЗВОДСТВО БРАШИРОВАННОЙ ФАНЕРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Валентина Феликсовна Краснова¹, Даниил Вячеславович Мочалов²,
Наталья Александровна Алатырева³

^{1, 2, 3} Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия

¹ krasnovavf@volgatech.net

² danya.mochalov.2018@yandex.ru

³ so-natka28@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены существующие технологии браширования, которые широко используются в деревообрабатывающей промышленности. Авторами разработан технологический процесс изготовления брашированной фанеры для ООО «Вятский фанерный комбинат», г. Киров.

Ключевые слова: брашированная фанера, искусственное старение материалов, декоративные стеновые панели

Для цитирования: Краснова В. Ф., Мочалов Д. В., Алатырева Н. А. Производство брашированной фанеры для создания декоративных стеновых панелей // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 29–32.

Original article

PRODUCTION OF BRUSHED PLYWOOD FOR CREATING DECORATIVE WALL PANELS

Valentina F. Krasnova¹, Daniil V. Mochalov², Natalya A. Alatyreva³

^{1, 2, 3} Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

¹ krasnovavf@volgatech.net

² danya.mochalov.2018@yandex.ru

³ so-natka28@mail.ru

Abstract. The article examines existing brushing technologies that are widely used in the woodworking industry. The authors have developed a technological process for the production of brushed plywood for LLC Vyatka Plywood Mill, Kirov.

Keywords: brushed plywood, artificial aging of materials, decorative wall panels

For citation: Krasnova V. F., Mochalov D. V., Alatyreva N. A. (2025) Proizvodstvo brashirovannoj fanery dlya sozdaniya dekorativnyh stenovyh panelej [Production of brushed plywood for creating decorative wall panels]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 29–32 (In Russ).

С развитием техники и научного прогресса в деревообрабатывающей промышленности стало возможно шире использовать технологию искусственного старения отделочных материалов. Это направление называется брашированием, при котором материал приобретает более выраженную текстуру. По мнению М. В. Алексеева: «измененный материал можно использовать в современной дизайнерской отделке помещений» [1].

Наиболее распространенной технологией браширования является струйно-абразивная обработка материала, при этом древесный материал при воздействии потока воздуха под давлением совместно с абразивным материалом изменяет фактуру поверхности. Далее эту поверхность обрабатывают шлифовальным инструментом. Такой же результат можно получить путем удаления мягких волокон химическим путем. В результате удаления волокон получаем новый строительный материал с более ценными декоративными свойствами. Как отмечают К. В. Саерова, А. Р. Шайхутдинова, Р. Р. Сафин: «подобного эффекта можно достичь при воздействии высоких температур, который приводит к потемнению материала» [2].

На рис. 1 представлены варианты использования брашированной фанеры для создания декоративных стеновых панелей.



Рис. 1. Варианты отделки брашированной фанерой интерьеров:
а – стена из панелей; б – кухонный фартук

Для изготовления брашированной фанеры был разработан технологический процесс для ООО «Вятский фанерный комбинат», г. Киров:

1. Для браширования используется фанера марки ФК сорта ВВ/СР (II/III) класс эмиссии – E1, толщиной 16,5 мм со слоями 3+1,5+3+1,5+3+1,5+3 мм, обрезанная по заданному формату – 2500×1250мм и шлифованная с одной стороны на глубину 0,5 мм.

2. Для операции браширования фанера поступает к щеточному станку MOTIMAC FLMR 1300 (рис. 2). Данный станок имеет три вала с щетками: две металлические (зернистостью Р60) и одна синтетическая (зернистостью Р80). Металлические щетки обрабатывают со скоростью не более 15 м в мин. лицевой слой фанеры вдоль волокон лущеного шпона. Синтетическая щетка убирает деформированные волокна, выравнивает поверхность, удаляет ворс.



Рис. 2. Щеточный станок для обработки шпона и древесины MOTIMAC FLMR 1300

При брашировании фанеры рекомендованная скорость вращения щетки составляет 1000–1500 оборотов в мин. Превышение максимальной скорости может привести к подгоранию шпона и плавлению полимерного ворса щетки.

3. На следующей операции клееный слоистый материал направляется к щеточному станку для удаления пыли DUST CLEANER-1300 (рис. 3).



Рис. 3. Щеточный обеспыливающий станок DUST CLEANER-1300

Данное оборудование имеет две сизалевые щетки (зернистость 120), от которых нет эффекта статического напряжения. Высокоскоростной обдув потоком воздуха от двух вытяжных вентиляторов качественно удаляют пыль с поверхности материала. Также сизалевые щетки удаляют пыль с поверхности заготовок и производят шлифование перед нанесением лакокрасочных материалов. После данной операции глубина канавок составляет до 1,5 мм.

4. Отделка лакокрасочными материалами производится на автоматическом распылительном станке кареточного типа S1-1300, оснащенным восьмью пистолетами.

Данная технология позволит получить брашированную фанеру для создания декоративных стеновых панелей.

Список источников

1. Алексеев М. В. Браширование древесины // Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 25–26 апреля 2018 года. Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2019. С. 202–204.

2. Саерова К. В., Шайхутдинова А. Р., Сафин Р. Р. Искусственное состаривание древесины методом браширования // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 1. Кострома, 2021. Кострома : Костромской государственный университет, 2021. С. 146–148.

References

1. Alekseev M. V. Wood brushing // Innovations in the chemical-forestry complex: trends and development prospects : Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Krasnoyarsk, April 25–26, 2018. Krasnoyarsk : Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, 2019. P. 202–204. (In Russ).

2. Saerova K. V., Shaikhutdinova A. R., Safin R. R. Artificial aging of wood by brushing // Scientific research and development in the field of design and technology : Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference: in 2 parts. Part 1. Kostroma, 2021. Kostroma : Kostroma State University, 2021. P. 146–148.

ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ УСКОРИТЕЛЯ В ЭПОКСИДНОЙ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ И ВРЕМЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

**Екатерина Юрьевна Лыхина¹, Кирилл Васильевич Носоновских²,
Максим Владимирович Газеев³**

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

¹ katya_kot7012002@@mail.ru

² kirya.nosonovskikh@mail.ru

³ gazeevmv@usfeu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по склеиванию массивной древесины эпоксидной клеевой композицией с введением ускорителя. Определено влияние количества ускорителя, вводимого в клей, на сокращение времени отверждения клея. Построен график зависимости предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон от вводимого в клей ускорителя.

Ключевые слова: клей, эпоксидные смолы, прочность клеевого соединения, ускоритель

Для цитирования: Лыхина Е. Ю., Носоновских К. В., Газеев М. В. Влияние массовой доли ускорителя в эпоксидной клеевой композиции на прочность и время отверждения клеевого соединения // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equip-ment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 33–38.

Original article

INFLUENCE OF ACCELERATOR MASS FRACTION IN EPOXY ADHESIVE COMPOSITION ON STRENGTH AND CURING TIME OF ADHESIVE BONDING

Ekaterina Yu. Lykhina¹, Kirill V. Nosonovskikh², Maxim V. Gazeev³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ katya_kot7012002@@mail.ru

² kirya.nosonovskikh@mail.ru

³ gazeevmv@usfeu.ru

Abstract. The article presents the results of the research on gluing solid wood with an epoxy adhesive composition with the introduction of an accelerator. The influence of the accelerator amount introduced into the glue on reducing the curing time of the glue is determined. A graph of the dependence of the ultimate strength of the adhesive bonding during shear along the fibers on the accelerator introduced into the glue is constructed.

Keywords: glue, epoxy resins, adhesive bonding strength, accelerator

For citation: Lykhina E. Yu., Nosonovskikh K. V., Gazeev M. V. (2025) Vliyaniye massovoj doli uskoritelya v epoksidnoj kleevoj kompozicii na prochnost' i vremya otverzhdeniya kleeвого soedineniya [Influence of accelerator mass fraction in epoxy adhesive composition on strength and curing time of adhesive bonding] Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International eurasian symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 33–28 (In Russ)

Клееная древесина становится все более популярной и находит широкое применение в строительстве, производстве мебели, столярных и других изделиях [1]. Поэтому исследования, направленные на снижение времени отверждения клеевых композиций и повышение прочности соединений, актуальны [2].

Цель эксперимента – определить влияние количества ускорителя, вводимого в эпоксидную клеевую композицию, на время ее отверждения и на предел прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон клееной массивной древесины.

При проведении эксперимента применялись следующие материалы и оборудование:

- сосновые бруски размером 30×30 мм и длиной 500 мм были склеены в заготовки для образцов;
- эпоксидная смола на основе бисфенола А;
- отвердитель и ускоритель аминного типа;
- комбинированный прибор Testo 606-2 для определения влажности склеиваемой древесины, температуры и влажности воздуха;
- электронные весы ACOM JW-1C для определения массы вводимых в смолу компонентов клеевой композиции и определения расхода клеевой композиции при нанесении на поверхность древесины кистью (расход составил 120–130 г/м²);
- предел прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон древесины определяли на испытательной машине VEB Werkstoffprüfmascinen Leipzig.

Время перемешивания компонентов эпоксидной клеевой композиции после их добавления в состав в нужных пропорциях составляло 5 мин.

Время открытой выдержки смеси перед ее нанесением на заготовки – около 2 мин.

Технология склеивания массивных заготовок включала следующие этапы:

1. Очистка поверхности от пыли при помощи волосяной щетки.
2. Нанесение эпоксидной клеевой композиции на склеиваемые поверхности древесины кистью.
3. Прессование заготовок в винтовой вайме при давлении 0,4–0,6 МПа (рис. 1).
4. Технологическая выдержка после склеивания в вайме.

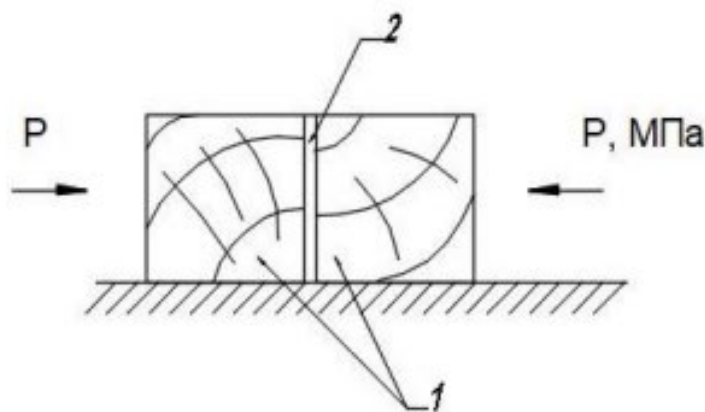


Рис. 1. Схема склеивания брусков:
1 – бруски сосны; 2 – клеевой слой

Из полученных после склеивания заготовок были выпилены образцы для испытания клеевого соединения на прочность при скалывании вдоль волокон древесины. Образцы для испытаний клеевого соединения на прочность выпиливались в соответствии с размерами и геометрическими параметрами, указанными в ГОСТ 33120–2014 [3].

Для определения предела прочности клеевого соединения каждый образец устанавливали в специальное приспособление (рис. 2) на испытательной машине, после чего образец непрерывно нагружали до разрушения. Разрушающую нагрузку фиксировали в килограммах по шкале испытательной машины, затем переводили значение в Ньютоны и рассчитывали предел прочности по формуле:

$$\sigma = P/F$$

где P – максимальная нагрузка, Н;

F – площадь скалывания на образце, мм².



Рис. 2. Образец, закрепленный в специальном приспособлении машины для испытаний

Эксперимент проводился для трех групп образцов, в которые вводился ускоритель в разном количестве. Контрольная группа образцов (КО) была склеена без введения ускорителя в состав эпоксидной клеевой композиции. Для других групп в смесь вводился ускоритель в различных пропорциях: 1 %, 2 % и 3 % от массы смолы для второй, третьей и четвертой групп соответственно. Контроль за временем отверждением клеевого слоя осуществлялся на отлип на дополнительных образцах. Результаты представлены в графической форме на рис. 3.

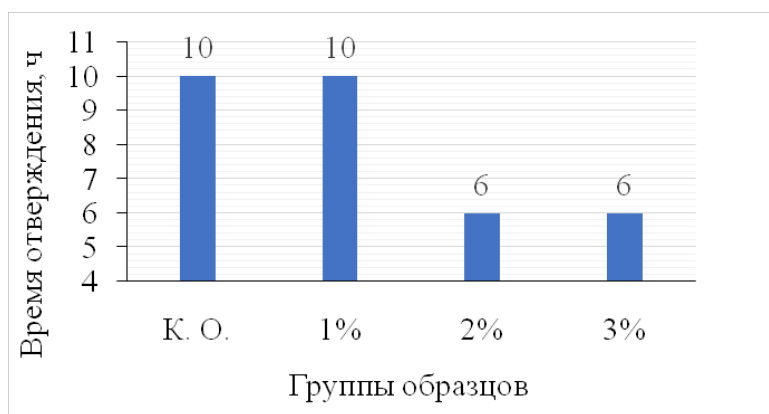


Рис. 3. Влияние количества введенного в смолу ускорителя на время ее отверждения

Результаты исследования показали, что добавление в эпоксидный клеевой состав ускорителя в количестве 2 % и 3 % от массы смолы сокращает до 40 % затраты времени на склеивание древесины.

Значения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон древесины для групп образцов с разным клеевым составом приведены графически на рис. 4.

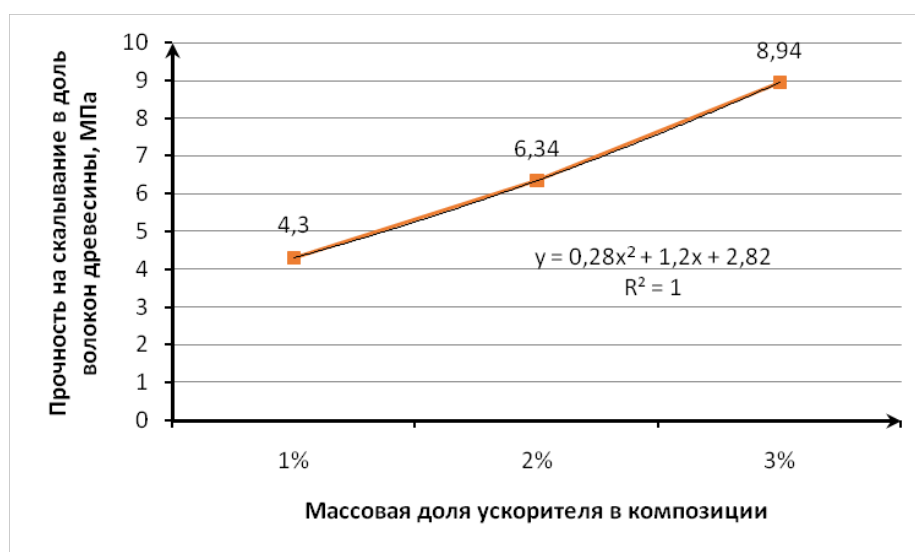


Рис. 4. График зависимости прочности клеевого соединения от массовой доли ускорителя, введенного в клеевую композицию

Зависимость предела прочности склеивания массивной древесины эпоксидной клеевой композицией при скалывании вдоль волокон древесины от массовой доли ускорителя описывается линейным уравнением регрессии:

$$y = 0,28x^2 + 1,2x + 2,82,$$

и описывает ее с вероятностью $R^2 = 1$.

Показатель предела прочности контрольных образцов, склеенных без добавления ускорителя, составил 8,4 МПа.

По результатам проведенного эксперимента можно сформулировать следующие выводы:

Введение небольшого процента ускорителя (1–2 %) в эпоксидный клеевой состав приводит к снижению его прочностных показателей. Тогда как при добавлении 3 % ускорителя удалось получить значение предела прочности клеевого соединения массивной древесины, сопоставимое с контрольными образцами.

Таким образом, для снижения времени отверждения клеевого соединения, образуемого эпоксидной клеевой композицией до 40 %, и сохранения при этом ее адгезионных свойств рекомендуемая массовая доля ускорителя в смеси составляет 3 %. Для объяснения снижения предела прочности при использовании 1–2 % ускорителя необходимо проведение дальнейших исследований.

Список источников

1. Волынский В. Н. Технология клееных материалов. 2-е изд., исправ. и доп. Архангельск : АГТУ, 2003. 280 с.
2. Лыхина Е. Ю., Носоновских К. В., Газеев М. В. Интенсификация склеивания массивной древесины инфракрасным нагревом клеевого слоя // Сборник материалов XX Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России». Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 484–487.
3. ГОСТ 33120–2014. Конструкции деревянные клееные. Методы определения прочности клеевых соединений. М. : Стандартиформ, 2019. 20 с.

References

1. Volynsky V. N. Technology of glued materials. 2nd edition, revised and supplemented. Arkhangelsk : ASTU, 2003. 280 p.
2. Lykhina E. Yu., Nosonovskikh K. V., Gazeev M. V. Intensification of gluing of solid wood by infrared heating of the adhesive layer // Collection of materials of the XX All-Russian scientific and technical conference of students and postgraduates “Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia”. Ekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2024. P. 484–487.
3. GOST 33120–2014. Glued wooden structures. Methods for determining the strength of adhesive bonds. M. : Standartinform, 2019. 20 p.

ЭКОЛОГИЧНАЯ ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Светлана Борисовна Шишкина¹, Анастасия Павловна Стрекова²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ shishkinasb@m.usfeu.ru

² strecovanasty@gmail.com

Аннотация. В данной статье производится сравнение технических характеристик защитно-декоративных покрытий. Получены сравнительные характеристики лакокрасочных материалов в соответствии со стандартными методиками.

Ключевые слова: экологичная отделка, лакокрасочные материалы, изделия из древесины

Для цитирования: Шишкина С. Б., Стрекова А. П. Экологичная отделка изделий из древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI век = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 39–45.

Original article

ECOLOGICAL FINISHING OF WOOD PRODUCTS

Svetlana B. Shishkina¹, Anastasia P. Strekova²

^{1, 2} Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ shishkinasb@m.usfeu.ru

² strecovanasty@gmail.com

Abstract. The technical characteristics of protective and decorative coatings are compared. Comparative characteristics of paintwork materials were obtained in accordance with standard methods.

Keywords: ecological finishing, paintwork materials, wood products

For citation: Shishkina S. B., Strekova A. P. (2025) Ekologicheskaya otdelka izdelij iz drevesiny [Ecological finishing of wood products]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International eurasian symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 39–45 (In Russ).

Экологичная отделка изделий из древесины – это создание защитного покрытия на древесной подложке безопасными материалами, которые не выделяют вредных веществ, не загрязняют окружающую среду и безопасны для здоровья человека [1].

Натуральными считаются материалы для отделки природного происхождения, которые не подвергались значительной механической или химической модификациям. Такие материалы содержат в себе минимальное количество добавок и примесей, что обеспечивает их экологичность [2].

Также натуральные материалы могут быть как полностью не модифицированными, так и с улучшенными свойствами [3]. Такие материалы сохраняют природную основу и не содержат вредных химических веществ, например, натуральные масла, получаемые путем прессования природного сырья (семян) и последующего отжима, минеральные масла, получаемые из минеральных источников и нефти путем многоэтапной очистки и удалением нежелательных примесей с последующим преобразованием продукта в минеральное масло [4].

Из «химических» материалов самыми безопасными на данный момент считаются акриловые ЛКМ на водной основе [5].

В работе будут использованы технические характеристики акрилового лака для получения сравнительных характеристик исследуемых материалов [6]. Для сравнения были использованы такие материалы, как подсолнечное и оливковое масла, лак акриловый, морилка на водной основе, масло минеральное пищевое, масло минеральное.

Технические характеристики, по которым будет производиться сравнение:

1. *Влагопоглощение* – это способность древесины поглощать влагу из окружающего воздуха [7]. Определение по ГОСТ Р 56705–2015 «Конструкции деревянные для строительства. Термины и определения».

Способ измерения влагопоглощения ГОСТ 21513–76 заключается в определении массы влаги, поглощенной лакокрасочной пленкой при определенных температуре и времени испытания. Обозначение: ГОСТ 21513–76 «Материалы лакокрасочные. Методы определения водо- и влагопоглощения лакокрасочной пленкой».

2. *Блеск* – это оптическое свойство поверхности лакокрасочного покрытия, характеризующее ее способность зеркально отражать пучки света [8]. Определение по ГОСТ 31975–2017 («Материалы лакокрасочные. Метод определения блеска лакокрасочных покрытий под углом 20°, 60° и 85°»).

Стандарт устанавливает метод определения блеска покрытий, нанесенных на плоские стеклянные и непрозрачные окрашиваемые поверхности без структурных дефектов.

Принцип определения блеска основан на измерении направленного отраженного пучка света. Интенсивность этого пучка света измеряют в определенном угловом поле вокруг угла отражения [9].

В зависимости от степени блеска поверхности образца выбраны следующие углы измерения:

- 20° – для высокоглянцевых поверхностей;
- 60° – для поверхностей со средним блеском;
- 85° – для матовых поверхностей.

Значение блеска указывают в единицах блеска (*Gloss Units*, международное обозначение – GU). Не допускается выражать значения блеска в процентах.

3. *Теплостойкость* – способность лакокрасочного покрытия сохранять свои защитные и физико-механические свойства после воздействия высоких температур. ГОСТ 28067–89 «Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения контактной теплостойкости защитно-декоративных покрытий».

Измерение теплостойкости и ЛКП по ГОСТ 28067–89 проводят двумя методами:

«Сухой» метод. На покрытие воздействуют теплом в течение установленного времени (20 мин) и дают визуальную оценку изменениям состояния покрытия. Испытания начинают с температуры 85 °С. Если при первом испытании не появилось дефектов, то температуру постепенно увеличивают: 100 °С, 120 °С, 140 °С, 160 °С и 180 °С.

«Влажный» метод. На покрытие воздействуют теплом и влагой в течение установленного времени и дают визуальную оценку изменениям состояния покрытия. Испытания начинают с температуры 55 °С.

Оценку результатов испытаний проводят по пятибалльной системе:

- 1 балл – нет видимых изменений;
- 2 балла – едва заметное изменение блеска или цвета;
- 3 балла – незначительное изменение блеска или цвета при отсутствии изменения структуры испытуемого покрытия;
- 4 балла – четко различимое изменение блеска или цвета, структура покрытия изменена незначительно;
- 5 баллов – четко различимые изменения блеска или цвета, структура испытуемого покрытия заметно изменена или разрушена.

За показатель контактной теплостойкости защитно-декоративного покрытия принимают наибольшее значение температур, при которых результаты испытаний оценены в 1 балл.

4. *Склерометрическая твердость лакокрасочного покрытия* – твердость материала, определенная по ширине царапины, нанесенной на поверхность испытуемого металла режущим инструментом при определенном давлении. Определение твердости производят на образцах, изготовленных из тех же материалов и по тем же технологическим процессам, что и детали. Для проведения испытаний берется один образец [10]. Размер контролируемой поверхности должен быть не менее 70×70 мм.

Повреждения покрытия осуществляют с помощью прибора типа Клемен-Кейля иглой корундовой (ГОСТ 7765–70) с радиусом закругления 0,018 см, длиной 1,5 см или игла типа 1, алмазная (ГОСТ 23936–79).

Ширину царапины (мкм) вычисляют с округлением до 1 мкм по формуле:

$$B = (L_1 - L_2) \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

где L_1 и L_2 – показания окулярного микрометра соответственно для левой и правой границ царапины в делениях шкалы, мкм;

ε – цена деления барабана окулярного микрометра, мкм.

Испытания повторяют, причем нагрузку выбирают таким образом, чтобы получить канавку шириной от 50–60 мкм. Ширину каждой царапины измеряют в трех точках. Измерения проводят в середине царапины и на расстоянии не менее 1 см от концов. Считают среднее значение.

На рис. 1–4 представлены полученные показатели свойств образцов покрытий экологичных материалов в сравнении с акриловым лаком, где по оси X значения 1, 2, 3, 4, 5 – показатели характеристик масла подсолнечного, масла оливкового, морилки на водной основе, масла минерального пищевого, масла минерального соответственно.

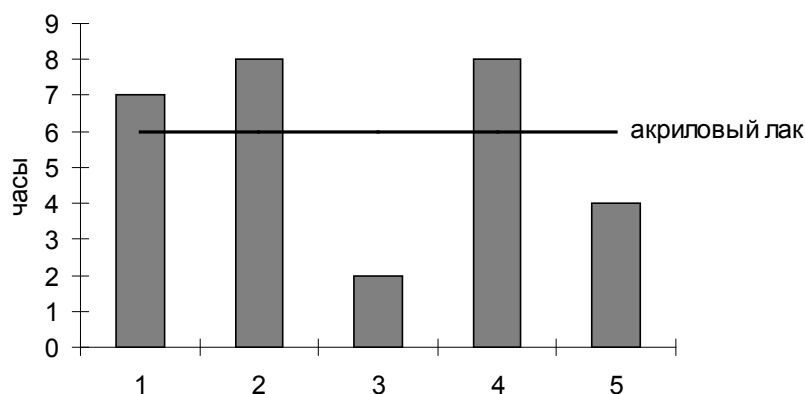


Рис. 1. Сравнение характеристик материалов с акриловым лаком по стойкости к воде (ч)

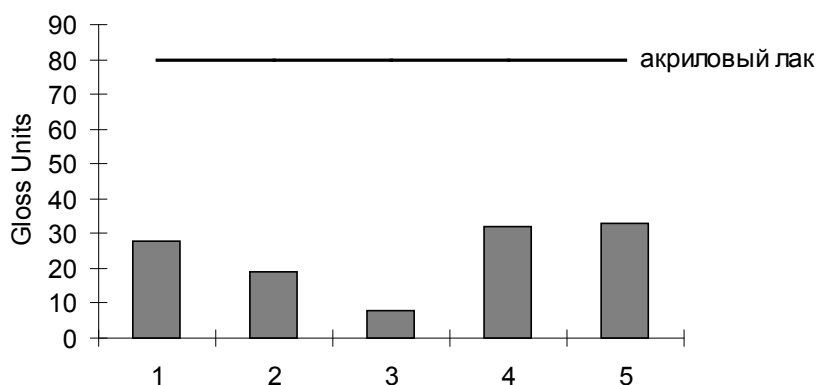


Рис. 2. Сравнение характеристик покрытий по степени блеска GU с акриловым лаком

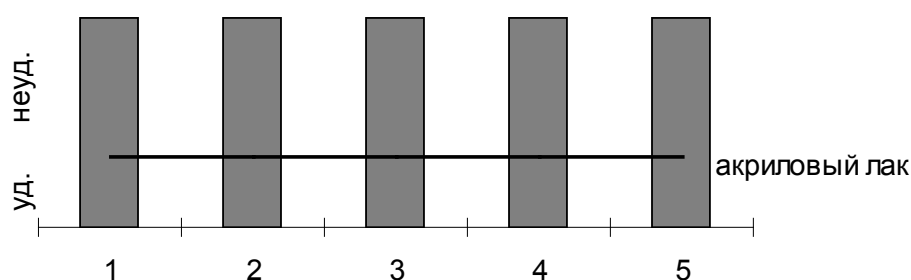


Рис. 3. Сравнение характеристик образцов покрытий с акриловым лаком по теплостойкости

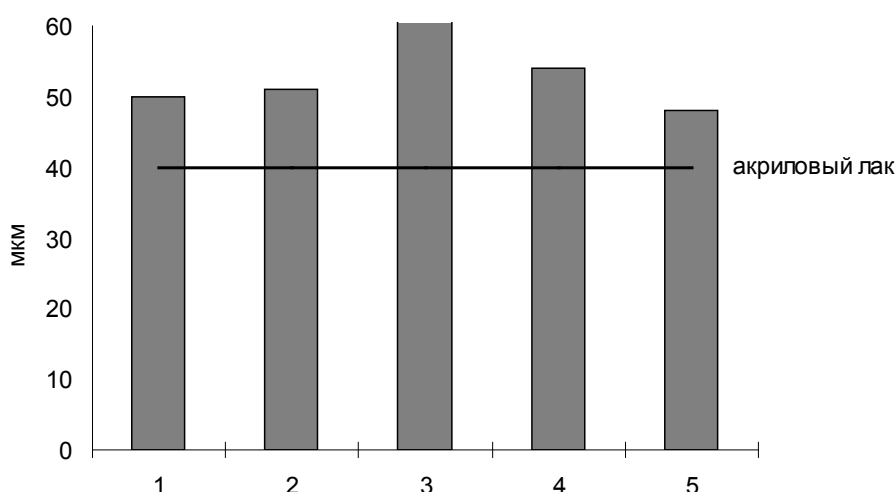


Рис. 4. Сравнение характеристик по твердости лакокрасочного покрытия

Полученные показатели свойств экологичных материалов (рис. 1–4) позволяют сделать вывод, что минеральное масло максимально приближается к показателям акрилового глянцевого лака. Это позволит создать прочное, износостойкое и безопасное покрытие, например, для изделий декоративно-прикладного искусства и детских игрушек [11].

Список источников

1. ГОСТ 33095–2014. Покрытия защитно-декоративные на мебели из древесины и древесных материалов. Классификация и обозначения // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120580> (дата обращения: 06.08.2025).
2. Дубовская Л. Ю. Технология отделки мебели и столярных изделий. Минск : РИПО, 2019. 295 с.
3. Демитрова И. П. Защитно-декоративные материалы и покрытия древесины и древесных материалов. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. 248 с.

4. Колесникова А. А., Краснова В. Ф. Технология и применение полимеров в деревообработке. Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. 68 с.
5. Шепелев А. Ф., Печенежская И. А., Туров А. С. Товароведение и экспертиза древесно-мебельных товаров. Ростов н/Д : Феникс, 2002. 349 с.
6. Совина С. В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. Испытания защитно-декоративных покрытий : методические указания. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 47 с.
7. ГОСТ 21513–76. Материалы лакокрасочные. Методы определения водо- и влагопоглощения лакокрасочной пленкой // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008448> (дата обращения: 06.08.2025).
8. ГОСТ 31975–2017. Межгосударственный стандарт. Материалы лакокрасочные. Метод определения блеска лакокрасочных покрытий под углом 20°, 60° и 85° // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146789> (дата обращения: 06.08.2025).
9. ГОСТ 896–2021. Материалы лакокрасочные. Определение блеска лакокрасочных покрытий. Фотоэлектрический метод // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181451> (дата обращения: 06.08.2025).
10. Никитин А. А., Тришин С. П. Технология отделки плитных материалов: лабораторный практикум [Электронный ресурс]. URL: https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt9/uchmet/docs/topm_lab.pdf (дата обращения: 06.08.2025).
11. Соколова Е. А. Методы контроля внешнего вида лакокрасочного покрытия // Ярославский государственный технический университет. 2018. № 8. С. 27–29.

Referens

1. GOST 33095-2014. Protective and decorative coatings on furniture made of wood and wood materials. Classification and designations // Codex : [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120580> (date of accessed: 08.06.2025).
2. Dubovskaya L. Y. Technology of furniture and joinery finishing. Minsk : RIPO, 2019. 295 p.
3. Demitrova I. P. Protective and decorative materials and coatings of wood and wood materials. M. ; Vologda : Infra-Engineering, 2023. 248 p.
4. Kolesnikova A. A., Krasnova V. F. Technology and application of polymers in woodworking. Yoshkar-Ola : Volga Region State Technological University, 2015. 68 p.
5. Shepelev A. F., Pechenezhskaya I. A., Turov A. S. Commodity science and expertise of wood and furniture products. Rostov n/A : Phoenix, 2002. 349 p.
6. Sovina S. V. Technology of protective and decorative coatings of wood and wood materials. Tests of protective and decorative coatings : methodological guidelines. Ekaterinburg : UGLTU, 2010. 47 p.

7. GOST 21513–76. Paint and varnish materials. Methods for determining water and moisture absorption by a paint film // Codex : [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008448> (date of accessed: 08.06.2025).
8. GOST 31975-2017. The interstate standard. Paint and varnish materials. The method of determining the gloss of paint coatings at an angle of 20 °, 60 ° and 85 ° // Codex : [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146789> (date of accessed: 08.06.2025).
9. GOST 896-2021. Paint and varnish materials. Determination of gloss of paint coatings. Photoelectric method // Codex : [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181451> (date of accessed: 08.06.2025).
10. Nikitin A. A., Trishin S. P. Technology of finishing slab materials: laboratory practice [Electronic resource]. URL: https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt9/uchmet/docs/topm_lab.pdf (date of accessed: 08.06.2025).
11. Sokolova E. A. Methods of controlling the appearance of paintwork // Yaroslavl State Technical University. 2018. № 8. P. 27–29.

**ДЕРЕВООБРАБОТКА В МАЛОЭТАЖНОМ
И ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ**

**WOODWORKING IN LOW-RISE
AND INDUSTRIAL HOUSE CONSTRUCTION**

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНМ-ПАНЕЛЕЙ В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Алексей Владимирович Мялицин¹, Дмитрий Анатольевич Коленченко²,
Диана Яковлевна Лобова³

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

² МКУ «Управление зданиями Администрации г. Екатеринбурга», Екатеринбург, Россия

³ Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н. С. Алферова, Екатеринбург, Россия

¹ myalitsinav@m.usfeu.ru

² dmitrii.kolenchenkod@yandex.ru

³ d_lobova@list.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена технология применения МНМ-панелей в строительстве. Приведены основные преимущества применения данных панелей в России.

Ключевые слова: деревянное домостроение, строительные конструкции, МНМ-панели, технология

Для цитирования: Мялицин А. В., Коленченко Д. А., Лобова Д. Я. Преимущества использования МНМ-панелей в деревянном домостроении // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 47–51.

ADVANTAGES OF USING MHM-PANELS IN WOODEN HOUSING CONSTRUCTION

Aleksey V. Myalitsin¹, Dmitry A. Kolenchenko², Diana Ya. Lobova³

¹ Russia Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

² MPI “Building Management Department of the Ekaterinburg City Administration”, Ekaterinburg, Russia

³ Ural State University of Architecture and Art named after N. S. Alferov, Ekaterinburg, Russia

¹ myalitsinav@m.usfeu.ru

² dmitrii.kolenchenkod@yandex.ru

³ d_lobova@list.ru

Abstract. This article considers the technology of using MHM panels in construction. The main advantages of using these panels in Russia are given.

Keywords: wooden housing construction, building structures, MHM panels, technology

For citation: Myalitsin A. V., Kolenchenko D. A., Lobova D. Ya. (2025) Preimushchestva ispol'zovaniya MNM-panelej v derevyannom domostroenii [Advantages of using MHM-panels in wooden housing construction]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 47–51 (In Russ).

В современном мире все больше людей предпочитают жить в частных домах, построенных по уникальным архитектурным проектам. Особую нишу занимает деревянное домостроение, которое привлекает своим комфортом и природной эстетикой. Индивидуальный подход к проектированию домов всегда является ключевым трендом, а экологичность материалов выходит на первый план при выборе строительного решения.

Современные технологии и применение цифровых информационных моделей позволяют на очень высоком уровне создавать дома из дерева, что не ограничивает выбор дизайна. Поэтому очень важно перед строительством дома изучить современные прогрессивные технологии, характерные для разных стран [1–3].

Деревянное домостроение вступает в новую фазу развития, основанную на инновационных решениях. Современные достижения в этой сфере включают использование BIM-технологии, предварительной сборки домов, применение современных экологичных материалов.

Это все направлено на увеличение заводской готовности отдельных элементов дома. Такой подход позволяет уменьшить сроки строительства, улучшить качество готовых конструкций и избежать непредвиденных затрат на строительство.

Достижения в области сушки древесины, ее обработки, склеивания, применение современных материалов для защиты от воздействия вредных факторов усиливают ее эксплуатационные качества.

Одним из перспективных направлений деревянного домостроения является применение МНМ-панелей (*Massiv-Holz-Mauer*). Данная технология была разработана в Германии в начале 2000-х гг.

Для производства панелей используют сухой обрезной пиломатериал хвойных пород толщиной 20–25 мм. У всех досок МНМ-панелей фрезеруется четверть для соединения со смежной доской в ряду. На пласти у каждой доски фрезеруется рифленая поверхность. Ряды располагаются перекрестно, соединение их между собой происходит при помощи алюминиевых гвоздей. Для производства МНМ-панелей можно применять как цельные заготовки, так и сращенные по длине. Каждый фрагмент доски, контактирующий с другой, взаимно перпендикулярной доской, соединяется с ней при помощи двух алюминиевых гвоздей, расположенных друг от друга на возможно большем расстоянии. Для стен может использоваться пиломатериал 3–4 сорта тангентальной распиловки без какой-либо особой сортировки [4]. Технические характеристики МНМ-панели приведены на рис. 1.

	Тип древесины	Толщина на доски, мм	Способ скрепления ламелей	Общая толщина плиты, мм	Мин. размер плиты, м	Макс. размер плиты, м	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Сопротивление теплопередаче, (м ² ·°C)/Вт при h=100мм
Панель МНМ	Сосна ель	24	Алюминиевые рифленые штифты	115-340	2x2	3,25x6	480	0,093	1,02

Рис. 1. Основные характеристики панелей *Massiv-Holz-Mauer*

Технология МНМ-панелей обладает рядом преимуществ: уменьшение сроков строительно-монтажных работ; круглогодичное строительство; снижение затрат на транспортировку панелей благодаря их малому весу; данные панели не дают усадку, обладают высокой несущей способностью, прочностью.

Проектирование домов из МНМ-панелей возможно в любой из современных САПР-систем, минимизируя затраты материала на производство домов. Данная технология позволяет применять очень широкий вариант соединений панелей между собой, а также использовать различные варианты отделки домов после сборки в зависимости от региона, пожеланий заказчика (рис. 2–3).

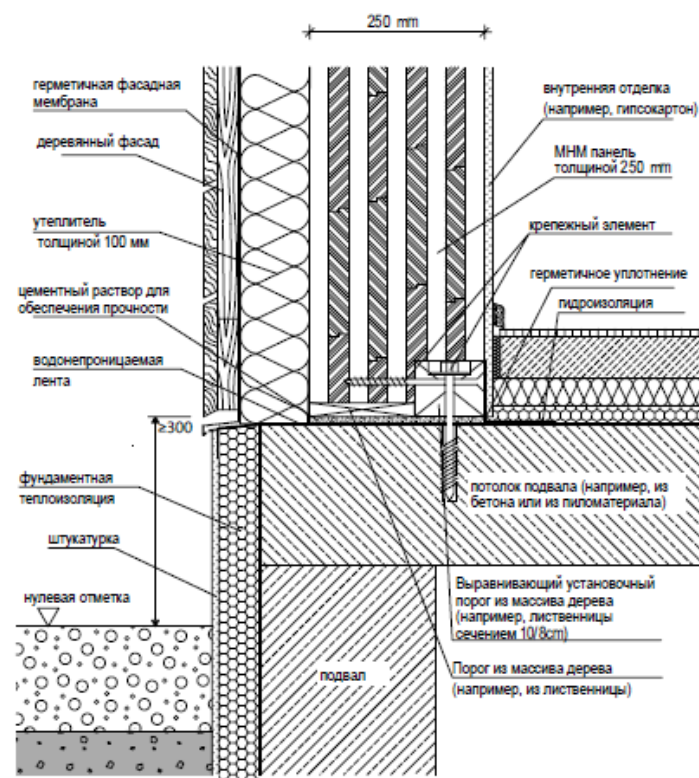


Рис. 3. Вариант отделки наружной МНМ-панели

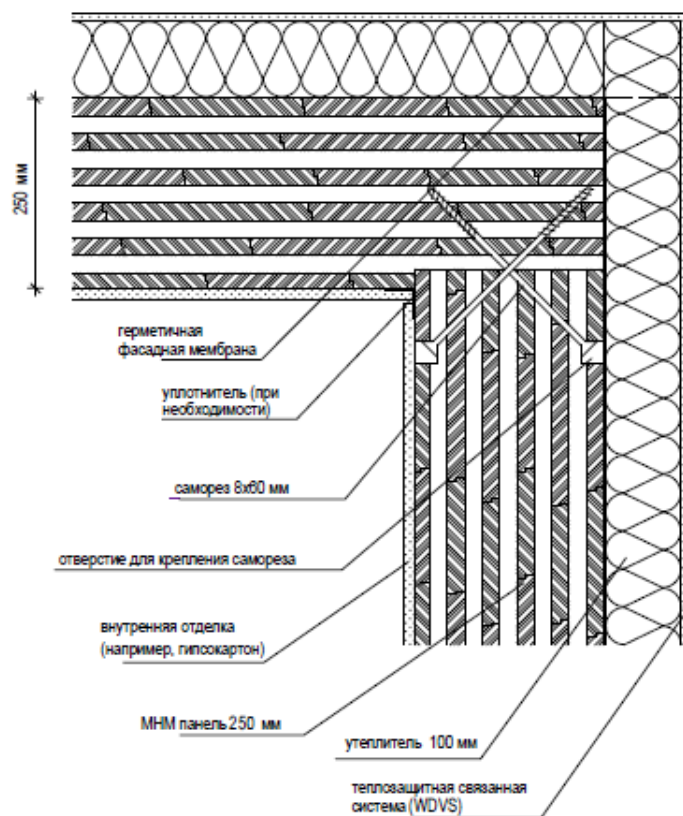


Рис. 4. Вариант углового соединения МНМ-панелей

Таким образом, применение МНМ-панелей является одним из перспективных направлений для деревянного домостроения.

Список источников

1. Шетько С. В., Рапинчук Д. Л. Инновационная технология конструктивных элементов для деревянного домостроения из пиломатериалов низких сортов // Труды БГТУ. (Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность). 2009. № XVII. С. 112–113.
2. Леонович О. К., Божелко И. К. Концепция развития экологически безопасного деревянного домостроения в Республике Беларусь // Архитектура и строительные науки. 2019. № 1, 2 (22, 23). С. 60–64.
3. Самойлов В. С. Деревянные дома. М. : Аделант, 2004. 384 с.
4. Сравнительный анализ технологий деревянного строительства / В. И. Жаданов, К. В. Юкова, Е. В. Марсакова [и др.] // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». Оренбург, 2018. С. 159–166.

References

1. Shetko S. V., Rapinchuk D. L. Innovative technology of structural elements for wooden house construction from low-grade timber // Proceedings of BSTU. Series II. Forestry and Woodworking Industry. 2009. № XVII. P. 112–113 (in Russ).
2. Leonovich O. K., Bozhelko I. K. The concept of development of environmentally safe wooden house construction in the Republic of Belarus // Architecture and building sciences. 2019. № 1, 2 (22, 23). P. 60–64 (in Russ).
3. Samoilov V. S. Wooden houses. M. : Adelant Publ., 2004. 384 p. (in Russ).
4. Comparative analysis of technologies of wooden construction / V. I. Zhadanov, K. V. Yukova, E. V. Marsakova [et al.] // Proceedings of the All-Russian scientific and methodological conference “University complex as a regional center of education, science and culture”. Orenburg, 2018. P. 159–166 (in Russ).

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНОГО БРУСА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Юлия Владимировна Палкина¹, Олег Николаевич Чернышев²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ filatovajuliet@gmail.com

² chernyshevon@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе рассмотрены технологический процесс изготовления клееного бруса и его использование в строительстве. Особое внимание уделено экологическим вопросам при производстве клееного бруса с применением синтетических клеевых систем. Определена методика проверки синтетических клеевых систем. Добавление в состав синтетических клеевых систем различных природных наполнителей позволяет получить качественное и экологичное связующее, что предопределяет и экологичность производства клееного бруса.

Ключевые слова: клееный брус, технологические операции, материалы, синтетические клеевые системы, природные наполнители

Для цитирования: Палкина Ю. В., Чернышев О. Н. Некоторые экологические вопросы производства клееного бруса для строительства // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 52–58.

Original article

SOME ENVIRONMENTAL ISSUES IN THE PRODUCTION OF GLUED LAMINATED TIMBER FOR CONSTRUCTION

Yulia V. Palkina¹, Oleg N. Chernyshev²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ filatovajuliet@gmail.com

² chernyshevon@m.usfeu.ru

Abstract. The article considers the technological process of manufacturing glued laminated timber and its use in construction. Particular attention is paid to environmental issues in the production of glued laminated timber using synthetic adhesive systems. A method of testing synthetic adhesive systems is determined. Adding various natural fillers to the composition of synthetic adhesive systems allows to get a high-quality and environmentally binder, which predetermines the environmental of the production of glued laminated timber.

Keywords: glued laminated timber, technological operations, materials, synthetic adhesive systems, natural fillers

For citation: Palkina Yu. V., Chernyshev O. N. (2025) Nekotorye ekologicheskie voprosy proizvodstva kleenogo brusa dlya stroitel'stva [Some environmental issues in the production of glued laminated timber for construction]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century: materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 52–58 (In Russ).

Несмотря на большое изобилие различных строительных материалов, строительные материалы из древесины, благодаря своей практичности и безопасности, применяются в различных областях промышленности и народного хозяйства. Например, клееный брус (клееная древесина). Его используют в разных сферах с начала XX в. при возведении домов, в строительстве различных multifunctional объектов, в помещениях при создании различных интерьеров и пр.

Широкое использование данного материала объясняется тем, что, во-первых, клееный брус имеет низкую стоимость, а во-вторых, безопасен для здоровья человека (для производства используются экологически безопасные древесные и клеевые материалы). Его производство полностью соответствует требованиям ГОСТов и норм по обработке древесного сырья.

Сам по себе *клееный брус* – это тип конструкционного изделия, изготовленного из древесины.

Строительный клееный брус – материал из массивной древесины, соединяющейся в виде отдельных ламелей или элементов по пласти в цельную конструкцию (рисунок).



Основные виды строительного клееного бруса

Преимущества использования клееного бруса при строительстве следующее: универсальность, прочность и жесткость, экологичность, размер и форма и пр.

В настоящее время налажено производство двух видов клееных деревянных конструкций: несущие и ограждающие. В качестве усиления данных конструкций используются металлические или пластмассовые закладные. В нашей стране для производства клееного бруса чаще всего используются хвойные породы (сосна и ель), иногда твердолиственные породы (береза и дуб).

Как показывает практика, изготовление высококачественного клееного бруса из цельных пиломатериалов практически невозможно, т. к. получить качественные ламели большой длины с постоянным сечением и предохранить их от коробления нереально. При склеивании между пластинами внутри бруса могут образовываться несклеенные участки. После раскроя в готовом материале, клееном брус, они выглядят как расхождение клеевого слоя [1]. На поверхности отпиленных от бруса элементов проявятся дефекты древесины, которые были скрыты внутри ламелей. В результате чего качество клееного бруса по вышеописанной технологии не соответствует требованиям, предъявляемым к столярно-строительным изделиям. Поэтому экспорт клееного бруса невозможен. Его используют на внутреннем строительном рынке.

Сейчас технологический процесс производства строительного клееного бруса усовершенствован, может начинаться с обработки обрезной доски нужной влажности.

Основные операции производства строительного клееного бруса представлены в табл. 1.

Таблица 1

Операции производства строительного клееного бруса

№ п/п	Производственные операции
1	Выдержка пиломатериалов в штабелях (для достижения необходимой и равномерной влажности)
2	Сортировка обрезных пиломатериалов (согласно, расположения годичных колец)
3	Раскрой пиломатериалов по длине и их предварительное торцевание
4	Плоское продольное фрезерование пиломатериалов по пластям (строгание)
5	Продольный раскрой пиломатериалов на ламели заданной ширины
6	Раскрой ламелей на отрезки заданной длины с обязательной вырезкой дефектов
7	Сортировки ламелей по длине и по расположению годичных колец
8	Сращивания отрезков ламелей на зубчатый шип по длине
9	Раскрой сращенных ламелей на отрезки заданной длины
10	Плоское фрезерование сращенных ламелей с четырех сторон
11	Нанесение клеевой системы на пласти сращенных ламелей
12	Набор склеиваемого строительного бруса с подбором текстуры на лицевой пласти
13	Склеивание строительного бруса
14	Выдержка склеенного строительного бруса (кондиционирование)
15	Заделка дефектов склеенного строительного бруса
16	Калибрование и шлифование строительного бруса
17	Поперечный раскрой длинного строительного бруса на короткие элементы заданной длины
18	Формирование необходимых профилей на поверхностях строительного бруса (выборка пазов, чашек и др.)
19	Маркировка и упаковывание готовой продукции

Выполнение всех вышеперечисленных операций – основное полагающее условие для получения строительного клееного бруса высокого качества. Также это имеет значение и для обеспечения наибольшего полезного выхода строительного клееного бруса при его изготовлении. Стоит отметить, что при проведении операции склеивания ламелей в строительный клееный брус возможно и появление брака [2].

Причины возможного брака при производстве строительного клееного бруса представлены в табл. 2.

Причины брака

№ п/п	Причины
1	Плохая подготовка склеиваемых поверхностей (высокая шероховатость, повреждения, загрязнения)
2	Приготовление клеевой системы не соответствует режимным параметрам (неправильное соотношение компонентов, чрезмерное, недостаточное или неравномерное нанесение)
3	Давление в прессе, не соответствует вязкости клеевого состава и строению древесины
4	Пониженная температура клеевой системы, окружающего воздуха, плит пресса
5	Несоблюдение времени открытой и закрытой выдержки (в процессе прессования)
6	Неправильное использование оборудования и приспособлений для прессования строительного клееного бруса
7	Недостаточная чистота помещения, в котором производится строительный клееный брус, а также халатность и небрежность в работе

Предприятия, изготавливающие клеевые материалы, должны выпускать продукцию, соответствующую экологическим нормам.

В целях экологичности продукции важно учитывать материалы, используемые для изготовления строительного клееного бруса.

На сегодняшний день ряд крупных зарубежных компаний разрабатывают новые составы клеевых материалов, такие как: *Bostik* (Франция), *ICAT Adesivi* (Италия), *Henkel* (Германия). В нашей стране – *Perfotak* (Россия), *SV-Tapes* (Россия) и *EFELE* (Россия) – на протяжении нескольких лет многие компании также разрабатывают новые составы клеевых материалов. Строительный клееный брус получают, используя клеевые системы класса водостойкости не ниже D4. В тоже время следует отметить, что для российских предприятий технология производства таких клеевых систем довольно новая. При разработке отечественных клеевых материалов производителям приходится решать ряд проблем, связанных с разработкой экологически чистого химического состава, собственной рецептуры и адаптации ее к условиям отечественного производства водостойкой клеевой системы. Качество клеевых материалов контролируется на каждом производственном этапе, а также и перед процедурой отгрузки клиенту.

Например, в Дзержинске на базе научно-исследовательского центра разработаны методики проверки клеевых систем по нескольким направлениям:

- проверяется качество сырья перед запуском процесса изготовления клеевой системы;
- проводится контроль качества материала на каждом этапе производства;

- фиксирование полученных результатов в картах технического контроля;

- при выпуске каждой промышленной партии отбирается технологическая проба в целях оценивания всех технических характеристик клеевой системы. Технические характеристики клеевого материала: сухой остаток, вязкость, pH, минимальную температуру пленкообразования (МТП), наличие остаточного мономера, наличие вредных примесей, размер частиц и клеящую способность пленок.

- повторный отбор проб (через 24 ч) из основной партии клея для контроля стабильности технических показателей материала, безопасности материала;

- проверка на соответствие ТУ (однородность, наличие или отсутствие запаха, цвет).

- поступление продукции на склад карантинного хранения, где строго соблюдаются все необходимые условия, например, температурный режим и влажность (срок хранения – не менее трех суток, может быть продлен до семи дней);

- повторная проверка ОТК, выдача паспорта качества на клеевую систему.

Контрольным образцом для гарантийного срока хранения произведенной партии является отобранная проба, выдержанная в лаборатории в течение 72 ч [3].

В последнее время стандарты и законодательные акты, которые имеют отношение к эмиссии формальдегида, становятся все требовательнее во всем мире, например, CARB (США), GP-стандарт (Китай), EN (Европа), A+ (Франция).

При производстве строительного клееного бруса отечественные предприятия в основном используют следующие клеевые системы: MF, PUR, EPI и RF. Данные клеевые системы строго контролируются при собственном производстве, в результате чего соответствуют экологическим требованиям и стандартам.

На сегодняшний день все больше экспериментов проводится с составом клеевых систем путем добавления в них различных инертных природных наполнителей и компонентов для получения более качественной и экологически чистой клеевой системы.

Таким образом, стоит отметить, что строительный клееный брус, производимый на предприятиях Российской Федерации, экологически безопасен.

Список источников

1. Чумак К. Г., Чернышев О. Н. Характерные особенности клееного бруса из сращенных заготовок и технология его производства // Научно-теоретический журнал «Наука и образование сегодня». 2019. № 5 (40). С. 25–27.
2. Технология изделий из древесины. Организация и бизнес-планирование столярно-строительных и мебельных производств // А. А. Лукаш, Т. И. Глотова, Н. П. Малышева, О. Н. Чернышев. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 144 с.
3. Привалов А. А., Чернышев О. Н. Экологические аспекты технологии производства клееного щита для столярных изделий // Материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Научное творчество молодежи – лесному комплексу России, Екатеринбург, 2022. С. 673–677.

References

1. Chumak K. G., Chernyshev O. N. Characteristic features of glued laminated timber from spliced blanks and the technology of its production // Scientific and theoretical journal “Science and education today”. 2019. № 5 (40). P. 25–27.
2. Technology of wood products. Organization and business planning of joinery, construction and furniture production // A. A. Lukash, T. I. Glotova, N. P. Malysheva, O. N. Chernyshev. M. ; Vologda : Infra-Engineering, 2022. 144 p.
3. Privalov A. A., Chernyshev O. N. Environmental aspects of the technology of production of glued board for joinery products // Proceedings of the XVIII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduates. Scientific creativity of youth for the forestry complex of Russia. Ekaterinburg, 2022. P. 673–677.

**ПРОГРЕССИВНОЕ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ
ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

**PROGRESSIVE WOODWORKING
EQUIPMENT AND TOOLS**

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ШТАМПОВОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШИПОВ

Ярослав Дмитриевич Ведерников¹, Ольга Анатольевна Рублева²,
Елизавета Сергеевна Васильева³

^{1, 2, 3} Вятский государственный университет, Киров, Россия

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² rubleva@vyatsu.ru

³ usr23573@vyatsu.ru

Аннотация. Изготовление штамповой оснастки для торцового прессования древесины требует разработки комплекта конструкторской документации. Одной из проблем, возникающих при разработке чертежей деталей, является определение оптимальных требований, предъявляемых к точности размеров и к допускам формы и расположения поверхностей. Целью работы является определение набора необходимых технических требований, предъявляемых к отдельным узлам штампового приспособления, и их количественная оценка.

Ключевые слова: древесина, торцовое прессование, штамп, конструктивные узлы, точность

Для цитирования: 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 = Woodworking: technologies, equip-ment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛУТУ, 2025. С. 60–65.

Original article

JUSTIFICATION OF REQUIREMENTS TO THE ACCURACY OF INDIVIDUAL UNITS OF THE STAMPING DEVICE FOR FORMING RECTANGULAR SPIKES

Yaroslav D. Vedernikov¹, Olga A. Rubleva² Elizaveta S. Vasilyeva³

^{1, 2, 3} Vyatka State University, Kirov, Russia

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² rubleva@vyatsu.ru

³ usr23573@vyatsu.ru

Abstract. The manufacture of stamping tooling for end-face pressing of wood requires the development of a set of design documentation. One of the problems that arise when developing drawings of parts is to determine the optimal requirements for dimensional accuracy and for the tolerances of the shape and location of surfaces. The purpose of the research is to determine a set of necessary technical requirements for individual units of the stamping device and to quantify them.

Keywords: wood, end-face pressing, stamp, structural units, accuracy

For citation: Vedernikov Ya. D., Rubleva O.A., Vasilyeva E. S. (2025) Obosnovanie trebovanij k tochnosti otdel'nyh uzlov shtampovogo prisposoblениya dlya formirovaniya pryamougol'nyh shipov [Justification of requirements to the accuracy of individual units of the stamping device for forming rectangular spikes]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International eurasian symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 60–65 (In Russ).

Сращивание древесины по длине с использованием шиповых соединений – это современный способ использования короткомерных отходов древесины в производстве. Формирование шипов на торцах заготовок возможно двумя способами: фрезерованием и торцовым прессованием. Торцовое прессование – это инновационный, энергосберегающий способ формирования шипов [1]. Изготовление шипов способом торцового прессования требует применения специальной штамповой оснастки. В настоящее время ведется разработка конструкторской документации для изготовления такой штамповой оснастки, позволяющей получать мелкие партии заготовок с прессованными шипами. В процессе выполнения данной работы возник вопрос задания оптимальных требований к качеству изготовления отдельных деталей оснастки.

Целью исследования является определение и назначение необходимых технических требований к размерам и форме отдельных поверхностей деталей, формирующих основные узлы штамповой оснастки.

Задачи исследования:

- 1) определить наиболее существенный параметр шипов, влияющий на прочность шипового соединения;
- 2) разработать схему формирования основных погрешностей штамповой оснастки;
- 3) определить погрешности, наиболее существенно влияющие на точность изготовления шипов, в частности на их ширину;
- 4) определить максимально допустимую величину этих погрешностей;
- 5) задать необходимую точность размеров и величину допусков формы и расположения поверхностей деталей, отвечающих за возникновение этих погрешностей.

Материалы и методы

Наиболее существенным параметром шипового соединения, влияющим на его прочность, является величина натяга по толщине шипов [2]. Данный параметр обеспечивается точностью изготовления шипов по ширине. Максимальный допуск отклонения по ширине шипа должен соответствовать 13 качеству точности [3]. В работе «Анализ факторов, влияющих на точность обработки заготовок из древесины» доказано, что данная точность достижима при наклоне пуансона относительно оси заготовки не более чем на 1° , таким образом, задачу исследования можно свести к обеспечению данного параметра [4].

Разработка штамповой оснастки проводится на основании конструкции, представленной в патенте [5]. Основные узлы приспособления, в которых могут возникнуть погрешности, показаны на рис. 1.

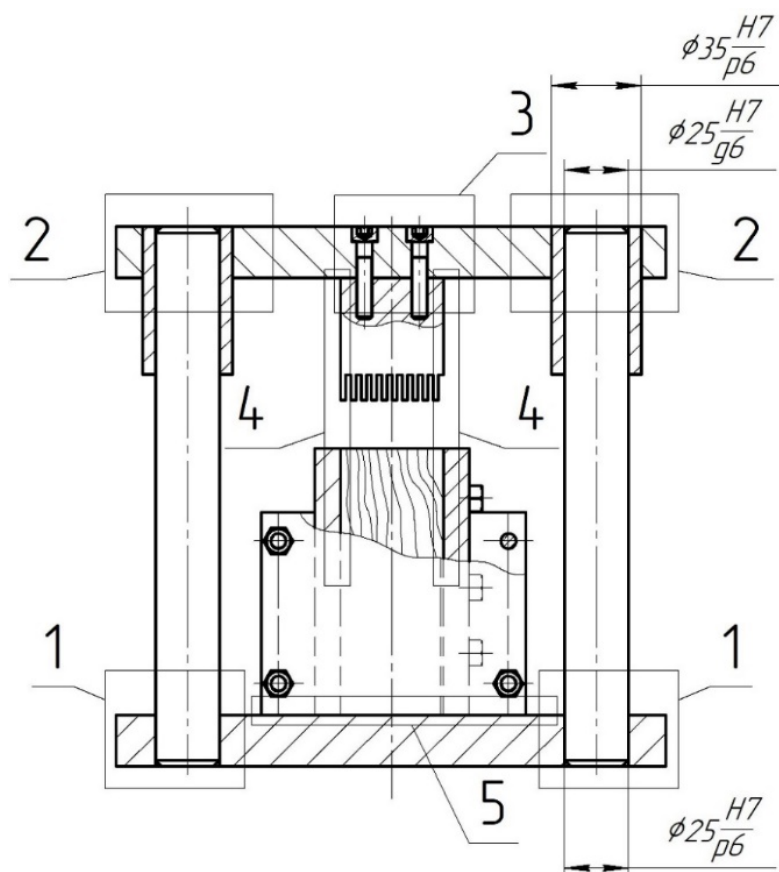


Рис. 1. Основные узлы приспособления: 1 – неподвижное соединение нижней плиты с направляющей колонкой; 2 – подвижное соединение направляющей плиты с колонкой через втулку; 3 – соединение пуансона и верхней плиты; 4 – область возможного касания пуансона и обжимной матрицы; 5 – соединение обжимной матрицы и нижней плиты

Анализ погрешностей, определенных на рис. 1, приведен в таблице.

Оценка влияния погрешностей в узлах на точность

Погрешности, возникающие в узле	Степень влияния
Перпендикулярность оси отверстия и верхней плоскости нижней плиты	Высокая
Соосность внутренней и наружной поверхностей втулки	Низкая
Перпендикулярность оси отверстия и нижней плоскости верхней плиты	Высокая
Посадка с зазором в соединении втулка-колонка	Высокая
Перпендикулярность боковой поверхности пуансона и нижней плоскости верхней плиты	Низкая
Плоскостность боковой поверхности пуансона и внутренней поверхности обжимной матрицы	Низкая
Перпендикулярность верхней плоскости нижней плиты и внутренних плоскостей обжимной матрицы	Низкая

Низкая степень влияния определена с учетом того, что погрешностей изготовления минимизируются за счет сборки приспособления при обжатом в матрице пуансоне. Таким образом, можно утверждать, что на наклон пуансона относительно оси заготовки влияют отклонения от перпендикулярности осей отверстий под колонки относительно плоскостей нижней и верхней плит, а также величина зазора между втулкой и колонкой. Величина максимального зазора в посадке $\phi 25H7/g6$ составляет 0,041 мм, для его компенсации примем величину допуска перпендикулярности отверстия под колонку относительно плоскости плиты, равным 0,05 мм (рис. 2).

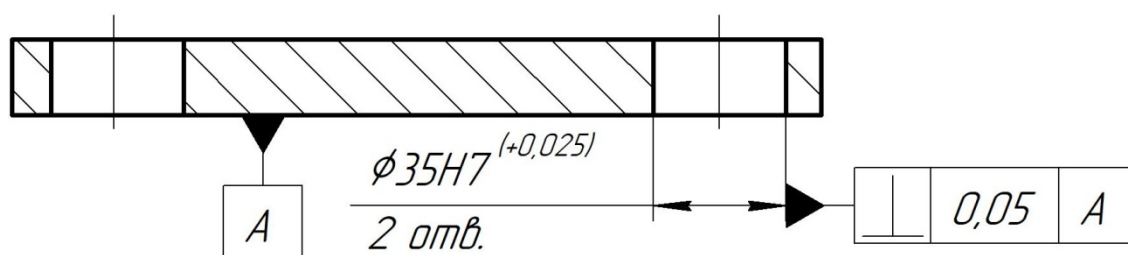


Рис. 2. Требования к перпендикулярности оси отверстий в плитах

Величина допуска 0,05 на базовой длине, равной толщине плиты 20 мм, соответствует максимальному углу наклона колонки относительно плоскости плиты $0,1^\circ$, что в 10 раз меньше максимально допустимого угла наклона пуансона относительно оси заготовки.

В работе были проанализированы погрешности, возникающие в узлах штампового приспособления для прессования прямоугольных шипов. Выявлено, что наибольшее влияние на угол наклона пуансона оказывает допуск перпендикулярности осей отверстий под направляющие колонки

в плитах относительно плоскостей эти плит. Принято значение допуска, равное 0,05 мм, что позволяет обеспечить необходимую точность приспособления. Задачей для дальнейшего исследования является разработка окончательного комплекта конструкторской документации и изготовление штамповой оснастки.

Список источников

1. Рублева О. А., Гороховский А. Г., Шишкина Е. Е. Методика и результаты экспериментальных исследований процесса формирования клеевых соединений на прямоугольные прессованные шипы // Хвойные бореальной зоны. 2020. Т. 38, № 1–2. С. 66–75. EDN QUVBNF

2. Оценка влияния геометрических параметров прямоугольных шипов и расхода клея на прочность склеивания древесины по длине / О. А. Рублева, А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. 2024. № 4. С. 11–23. EDN FNJRLV

3. Рублева О. А., Гороховский А. Г. Прочность склеивания древесины по длине на прямоугольные шипы // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. 37. №. 5. С. 358–366.

4. Васильева Е. С. Анализ факторов, влияющих на точность обработки заготовок из древесины / Е. С. Васильева, О. А. Рублева, Я. Д. Ведерников // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : Материалы XVI Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 23 апреля 2025 года. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 249–254. EDN YPKTYR

5. Патент № 2834044 С1 Российская Федерация, МПК В27М 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 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет». EDN RSGARA

References

1. Rubleva O. A., Gorokhovskiy A. G., Shishkina E. E. Methodology and results of experimental researches of the process of forming adhesive joints on rectangular pressed spikes // Conifers of the boreal zone. 2020. Vol. 38, № 1–2. P. 66–75. EDN FNJRLV (In Russ)

2. Assessment of the influence of geometric parameters of rectangular spikes and glue consumption on the strength of gluing wood along its length / O. A. Rubleva, A. G. Gorokhovskiy, E. E. Shishkina [et al.] // The woodworking industry. 2024. № 4. P. 11–23. EDN FNJRLV (In Russ)

3. Rubleva O. A., Gorokhovskiy A. G. The strength of gluing wood along the length of rectangular spikes // *Conifers of the boreal zone*. 2019. Vol. 37, №. 5. P. 358–366. (In Russ)

4. Vasilyeva E. S., Rubleva O. A., Vedernikov Ya. D. Analysis of factors affecting the accuracy of processing wood blanks // *Effective response to modern challenges, taking into account the interaction of man and nature, man and technology: Proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference, Ekaterinburg, April 23, 2025*. Ekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2025. P. 249–254. EDN YPKTYP (In Russ)

5. Patent No. 2834044 C1 Russian Federation, IPC B27M 1/02. Device for pressing rectangular spikes in the ends of wooden blanks: application 03.10.2024 : published 03.02.2025 / O. A. Rubleva, Ya. D. Vernikov; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vyatka State University”. EDN RSGARA (In Russ)

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГРУЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЛСПМ-40

Сергей Павлович Иванов¹, Александр Владиславович Солдатов²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ spivan62@mail.ru

² soldatovav@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены проблемы, возникшие на линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40, и их решение с целью повышения эффективности сортировки пиломатериалов в лесопильном цехе на предприятии ООО «Лестех» г. Алапаевска.

Ключевые слова: накопители пиломатериалов, грузовая платформа, поперечный транспортер

Для цитирования: Иванов С. П., Солдатов А. В. Изменение конструкции грузовой платформы линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40 // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛУТУ, 2025. С. 66–71.

Original article

MODIFICATION OF THE DESIGN OF THE LOADING PLATFORM OF LSPM-40 SAWN TIMBER SORTING LINE

Sergey P. Ivanov¹, Alexander V. Soldatov²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ spivan62@mail.ru

² soldatovav@m.usfeu.ru

Abstract. This article considers the problems that have arisen on the LSPM-40 sawn timber sorting line and their solution in order to increase the efficiency of sawn timber sorting in the sawing shed at the Lestech LLC enterprise in Alapaevsk.

Keywords: sawn timber accumulators, loading platform, cross transfer

For citation: Ivanov S. P., Soldatov A. V. (2025) *Izmenenie konstrukcyi gruzovoy platformi linii sortirovki pilomaterialov LSPM-40* [Modification of the design of the loading platform of the LSPM-40 sawn timber sorting line]. Woodworking: technologies, equipment. Management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment. Management of the XXI century: materials of the XX International eurasian symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 66–71 (In Russ).

При запуске отечественной комбинированной линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40 была выявлена и решена проблема со сбрасывателем в накопители пиломатериалов [1]. Модернизация линии позволила увеличить производительность на сортировке досок до 300 м³ в смену. Однако был выявлен еще один недостаток. Так, при опускании грузовой платформы с пиломатериалами на поперечный транспортер для подачи пиломатериала на участок пакетоформирующей машины (ПФМ) происходит затор доски.

В зависимости от сечения доски пиломатериалов устранение заторов отнимало от 1 до 2,5 ч в смену. При анализе размеров и конструкции накопителей (рис. 1) было установлено, что они спроектированы неправильно и дальнейшая их эксплуатация может привести к большим деформациям, что повлечет за собой дорогостоящий и продолжительный ремонт.

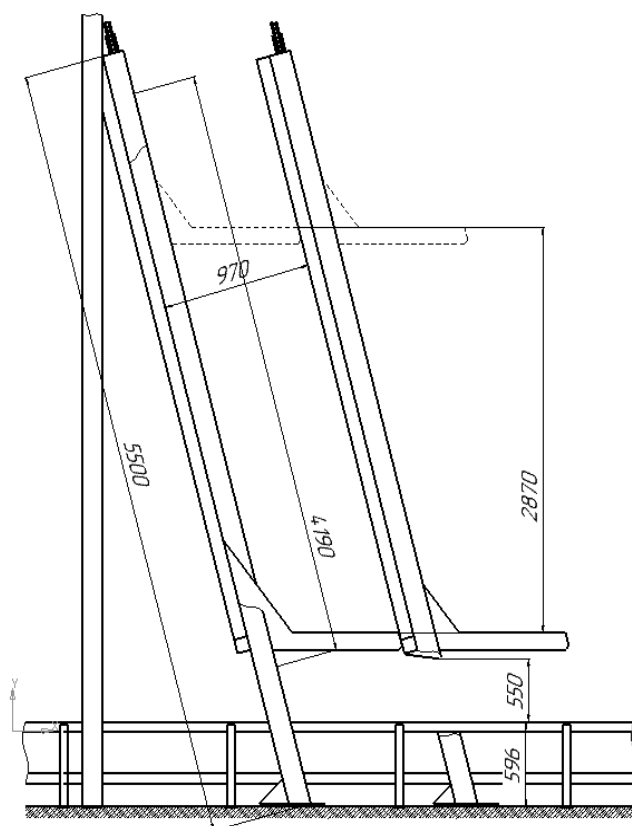


Рис. 1. Конструкция накопителя

Причина застревания досок в накопителе следующая: ширина накопителя пиломатериалов – 970 мм, а проход для удаления пиломатериала, расстояние от поперечного транспортера до окончания направляющих накопителя пиломатериалов, – 550 мм (рис. 2, 3).

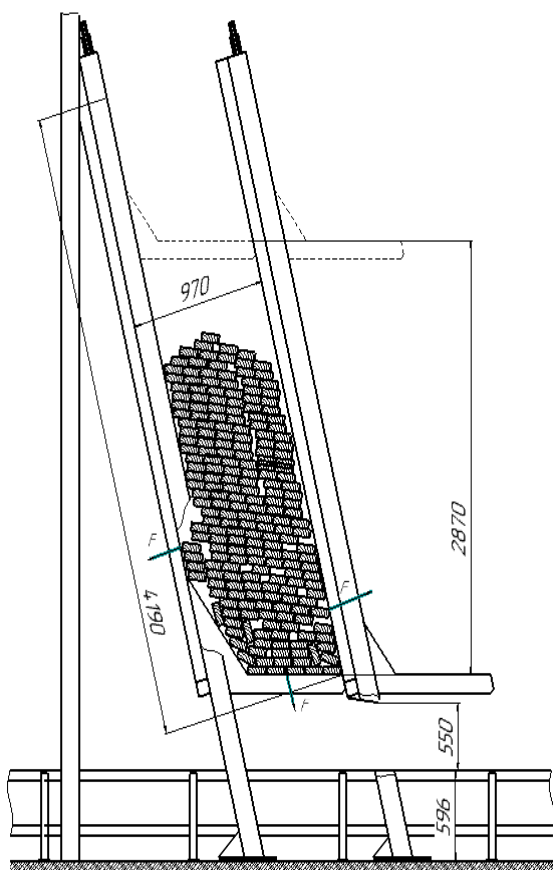


Рис. 2. Схема накопления досок



Рис. 3. Формирование пакета досок

При ширине накопителя 970 мм сбрасываемые доски в накопитель ложатся неровно, часто пересекаются, что критически сказывается на их выгрузке на поперечный транспортер для дальнейшей сортировки и укладки в пакеты. Происходит массовое застревание досок в различных положениях при разгрузке накопителя (рис. 4).

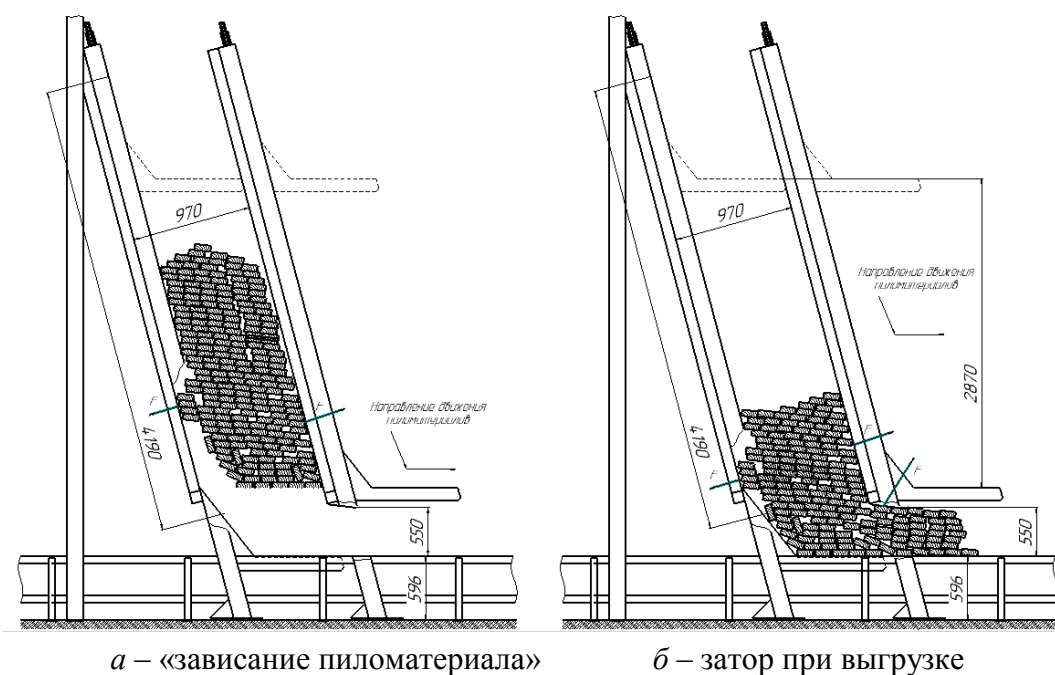


Рис. 4. Выгрузка накопителя досок

Технические характеристики на данное оборудование – объем накопителя, количество пиломатериала в накопителе по ширине, длине, высоте – завод изготовитель не дает. Алгоритмов работы линии по участкам просто нет, что привело к многочисленным простоям, поломкам и перегрузке гидросистемы.

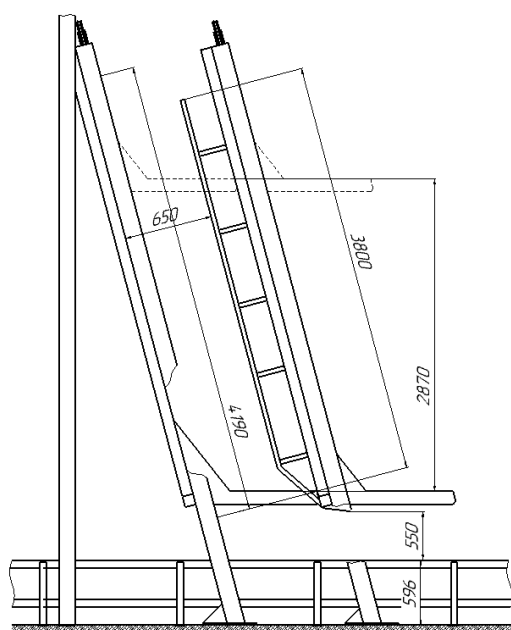


Рис. 5. Зауженная схема накопителя

Было принято решение накопителя пиломатериалов заузить по ширине на 320 мм (рис. 5). Спроектировали металлическую конструкцию (рис. 6) из швеллера № 8, стальной трубы $\varnothing 42$ мм на каждую опорную направляющую.

Конструкцию из швеллера закрепили на шести направляющих с помощью электрической дуговой сварки. В качестве эксперимента в течение двух месяцев наблюдали за эксплуатацией модернизированного накопителя досок. Во время эксплуатации пиломатериал начал ложиться более ровно, «кострить» стал меньше из-за уменьшения ширины накопителя и передвижения пиломатериала.

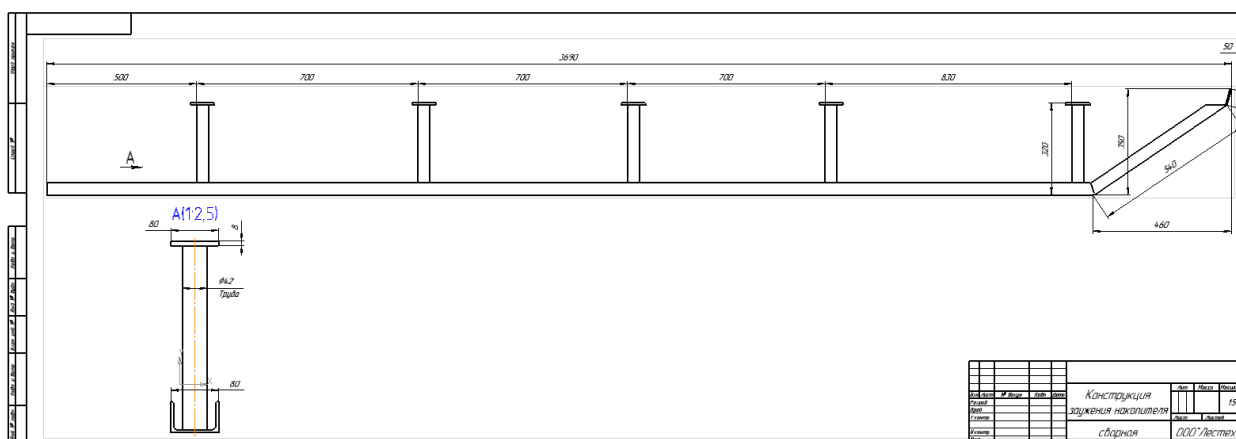


Рис. 6. Металлическая конструкция для заужения накопителя

Нагрузка на платформу сместилась ближе к раме, что положительно повлияло на кинематику движения пакета. В накопителе снизили объем пиломатериалов, тем самым снизилась нагрузка на гидравлическую систему. При опускании пиломатериал по направляющей платформы и направляющей конструкции зауженного накопителя изменяет направления движения, что позволило ускорить разгрузку. Пиломатериал начинает движение под собственным весом до опускания его на поперечный транспортер (рис. 7).

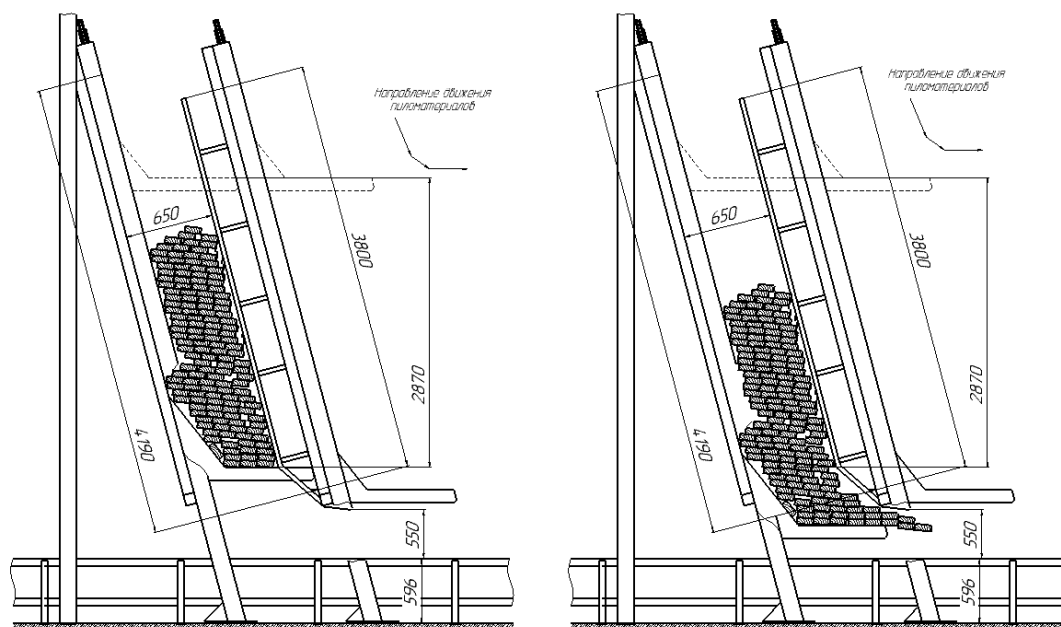


Рис. 7. Формирование пакета досок в зауженном накопителе

На поперечный транспортер уже выходит равномерный слой пиломатериалов и имеет свободное пространство до рамы накопителя (рис. 8, 9).

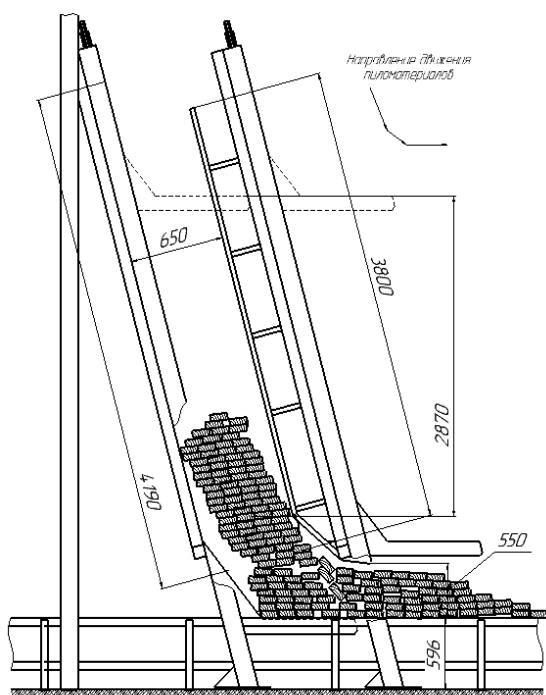


Рис. 8. Схема выгрузки пакета досок



Рис. 9. Загрузка поперечного транспортера

Было принято решение изготовить данные конструкции на все накопители. Таким образом, в настоящее время качество и объем сортировки пиломатериалов в лесопильном цехе значительно выросли до 380 м³. Обусловлено это модернизацией узлов и совершенствованием деревообрабатывающего оборудования.

Список источников

1. Модернизация линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40 / С. П. Иванов, С. А. Радостев, Е. А. Воронова [и др.] // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург, 2024. С. 114–118.

References

1. Modernization of the timber sorting line LSPM-40 / S. P. Ivanov, S. A. Radostev, E. A. Voronova [et al.] // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. Ekaterinburg, 2024. P. 114–118.

МОДЕРНИЗАЦИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ ЦЕПИ СОРТИРОВОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА ЛИНИИ ЛСПМ-40

Сергей Павлович Иванов¹, Александр Владиславович Солдатов²,
Александр Александрович Кулев³

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

³ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ spivan62@mail.ru

² soldatovav@m.usfeu.ru

³ kulev-sascha@ya.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены мероприятия по повышению износостойкости направляющих для цепи сортировочного транспортера ЛСПМ-40 и улучшению конструкции захватов пиломатериалов. Модернизация узлов привела к существенному снижению времени на обслуживание линии.

Ключевые слова: накопители пиломатериалов, захват, транспортер пиломатериалов

Для цитирования: Иванов С. П., Солдатов А. В., Кулев А. А. Модернизация направляющих для цепи сортировочного транспортера линии ЛСПМ-40 // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 72–77.

MODERNIZATION OF GUIDES FOR THE CHAIN OF THE SORTING CONVEYOR OF THE LSPM-40 LINE

Sergey P. Ivanov¹, Alexander V. Soldatov², Alexander A. Kulev³

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

³ Ural Federal University named after the first President of Russia
B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ spivan62@mail.ru

² soldatovav@m.usfeu.ru

³ kulev-sascha@ya.ru

Abstract. In this paper, measures are considered to increase the wear resistance of the guides for the chain of the LSPM-40 sorting conveyor and to improve the design of the lumber grippers. The modernization of the nodes has led to a significant reduction in line maintenance time.

Keywords: sawn timber accumulators, capture, swan timber conveyor

For citation: Ivanov S. P., Soldatov A. V., Kulev A. A. (2025) Modernizatsiya napravlyayushchih dlya cepi sortirovochnogo transportera linii LSPM-40 [Modernization of guides for the chain of the sorting conveyor of the LSPM-40 line]. Woodworking: technologies, equipment. Management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment. Management of the XXI century : materials of the XX International eurasian symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 72–77 (In Russ).

При работе комбинированной линии сортировки пиломатериалов ЛСПМ-40 более полутора лет был выявлен значительный износ направляющих цепи на транспортере пиломатериалов, расположенном над накопителями пиломатериалов [1].

Конструктивно направляющие представляют собой два параллельно расположенных швеллера, обращенных внутренней стороной друг к другу, с наплавленным электродуговой сваркой шпоночным материалом (рис. 1).

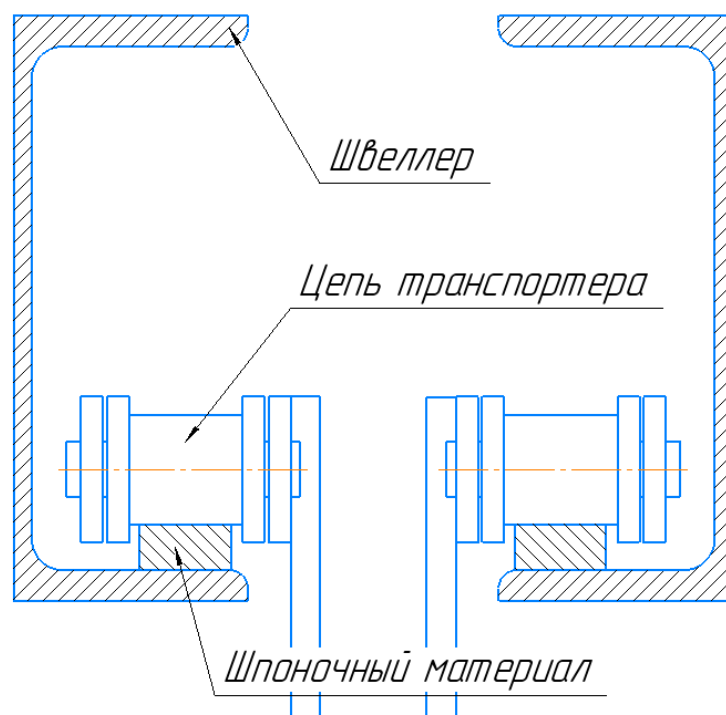


Рис 1. Направляющие для цепи сортировочного транспортера

Согласно конструкции, изнашиваемой частью направляющих для цепи является пластина из шпоночного материала, что приводит к проседанию цепи транспортера, к звеньям которой прикреплен захват для транспортировки пиломатериала. В дальнейшем происходит волочение ее по швеллеру (рис. 2). Постепенно захват опускается ниже предельного уровня и начинает задевать вал разгонного транспортера, расположенного после триммера. Происходит дергание цепи, сбои в режимах работы оборудования: пиломатериал не ложится на захват и падает мимо него, также происходит сбой в синхронизации линейных скоростей разгонного транспортера и транспортера накопителя, в результате чего пиломатериал попадает под захват, что ведет к заклиниванию транспортера накопителя (рис. 3).

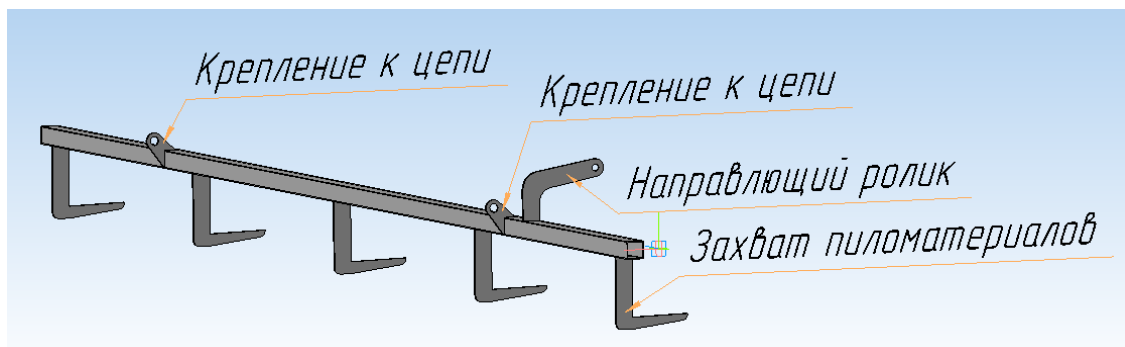


Рис. 2. Узел транспортирования пиломатериала

Заклинивание транспортера накопителя приводит к разрушению натяжного устройства (рис. 4), потому что привод транспортера имеет большой запас мощности (45 кВт) и не «чувствует» нагрузку, возникшую при заклинивании транспортера.



Рис. 3. Заклинивание транспортера устройства



Рис. 4. Разрушение натяжного накопителя

Плановый ремонт направляющих транспортера пиломатериалов занимает 10 календарных дней. В связи с чем было разработано предложение о замене направляющих из шпоночного материала на высокомолекулярный пластик, который хорошо работает на истирание (рис. 5).

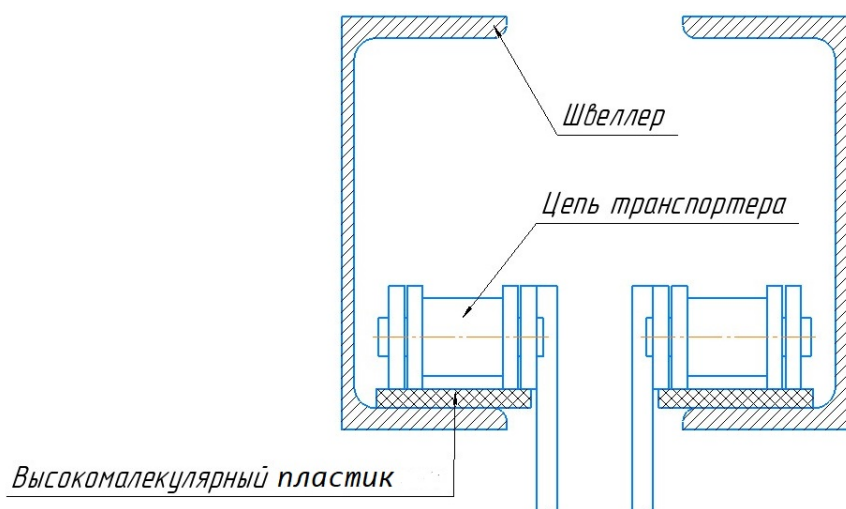


Рис. 5. Схема использования высокомолекулярного пластика

Высокомолекулярный пластик будет монтироваться на швеллер болтовыми соединениями «впотай», при этом полностью взаимозаменяемыми участками. Теперь во время ремонта не требуется расцепление цепи, что позволит проводить подготовку к планово-профилактическому ремонту заранее и менять направляющие для цепи сортировочного транспортера участками в короткий срок.

Чтобы во время износа высокомолекулярного пластика не возникало проблем с заклиниванием сортировочного транспортера над накопителями, также выполнена реконструкция захватов (рис. 6).

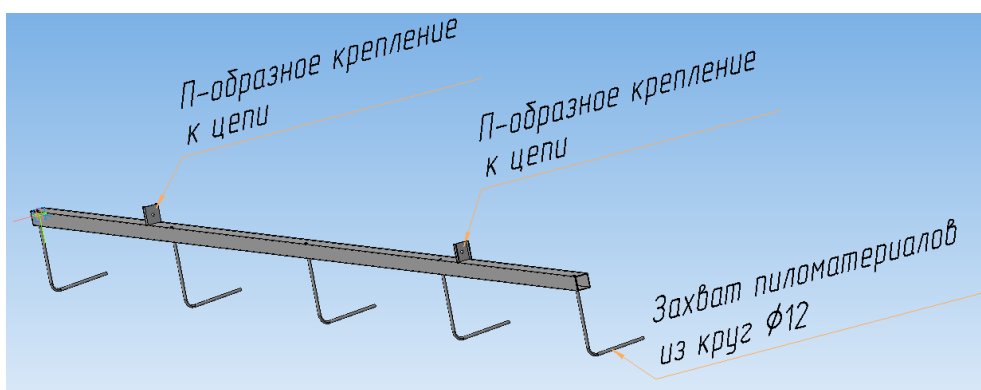


Рис. 6. Новая конструкция захватов

Крепление к цепи захвата заменено на П-образное, что позволяет избежать от направляющего ролика при креплении секции захвата. Кроме того, заменили пластину, на которую ложится пиломатериал, на круговую конструкцию (рис. 7). Таким образом, при возникновении ситуации, которая может привести к заклиниванию транспортера, захват будет сминаться, тем самым оставляя другие узлы целыми, а ремонт захвата будет производиться в минимально короткое время путем замены или «выправления» геометрии захвата пиломатериалов.



Рис. 7. Модернизированный захват пиломатериала

Новые захваты пиломатериалов получились легче, чем старой конструкции, и проще в изготовлении, что позволило облегчить данный узел на 1500 кг. Это снижает нагрузку на привод и возможна замена двигателя привода мощностью 15кВт, что уменьшает затраты на его обслуживание и работу, но увеличивает межремонтные интервалы.

В настоящее время количество планово-профилактических ремонтов линии сортировки пиломатериалов в лесопильном цехе уменьшилось, время технических простоев снизилось. Обусловлено это модернизацией узлов и совершенствованием деревообрабатывающего оборудования.

Список источников

1. Техническое перевооружение головного лесопильного оборудования в условиях ООО «Лестех» (Свердловская область) / С. П. Иванов, С. А. Радостев, Е. А. Воронова [и др.] // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург, 2024. С. 119–124.

References

1. Technical re-equipment of the main sawing shed equipment in the conditions of Lestech LLC (Sverdlovsk region) / S. P. Ivanov, S. A. Radostev, E. A. Voronova [et al.] // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. Ekaterinburg, 2024. P. 119–124.

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ ПРИВОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Владимир Геннадьевич Новоселов

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

novoselovvg@m.usfeu.ru

Аннотация. Установлена экспоненциальная зависимость коэффициента трения скольжения в ременных передачах от величины давления на поверхности контакта ремня со шкивом. Предложена уточненная методика расчета тяговой способности ременных передач.

Ключевые слова: передача, ремень, шкив, давление, трение

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG.

Для цитирования: Новоселов В. Г. Уточнение методики расчета ременных передач приводов деревообрабатывающих машин // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 78–83.

Original article

UPDATE OF THE CALCULATION METHOD OF BELT DRIVE OF WOODWORKING MACHINES

Vladimir G. Novoselov

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

novoselovvg@m.usfeu.ru

Abstract. Exponential dependence of coefficient of sliding friction in belt drives on the value of pressure on contact surface of the belt with the pulley is established. An updated method for calculating the traction capacity of belt drives is proposed.

Keywords: drive, belt, pulley, pressure, friction

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG.

For citation: Novoselov V. G. (2025) Utochnenie metodiki rascheta remen-nyh peredach privodov derevoobrabatyvayushchih mashin [Update of the calculation method of belt drive of woodworking machines]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 78–83. (In Russ).

Приводы большинства деревообрабатывающих машин включают в качестве редуцирующего или мультиплицирующего звена, а также предохранительного элемента ременные передачи. Расчет их тяговой способности, начиная с выведенной Л. Эйлером зависимости между усилиями в набегающей и сбегающей ветвях невесомой абсолютно гибкой нерастяжимой нити, скользящей по барабану, подвергался в дальнейшем уточнению и дополнению, например [1–3]. Многообразие конструкций, свойств и условий эксплуатации ременных передач в современных методиках инженерных расчетов учитываются путем введения ряда частных коэффициентов [4]. Например, порядок расчета клиноременных передач регламентирован ГОСТ 1284.3–96 [5]. Значительные интервалы числовых значений поправочных коэффициентов и определенный произвол при их выборе дают большой разброс расчетных параметров, влияющих на работоспособность передач.

Наряду с традиционными плоскоременными или клиноременными передачами существуют также так называемые «плоско-клиноременные», в которых ведущий шкив имеет ручки для клиновых ремней, передающих окружное усилие на гладкий цилиндрический ведомый шкив своей внутренней, а не боковой поверхностью. Теория и методика расчета таких передач недостаточно разработаны, известна лишь рекомендация [6] по минимальному передаточному числу $i = 3 \dots 4$, при котором их тяговая способность соответствует обычным клиноременным передачам.

Работоспособность ременных передач оценивается их тяговой характеристикой – зависимостью коэффициента скольжения ξ от коэффициента тяги ψ . Эта характеристика абстрагирована от абсолютных значений параметров передачи и должна была бы давать однозначную оценку ее тяговой способности. Однако проведенный нами анализ полученных экспериментальных данных [2, 3, 7, 8] показал, что эти характеристики не совпадают у передач с различными конструктивными, эксплуатационными и типологическими характеристиками. Это приводит к неточности в расчетах по основному критерию – тяговой способности.

Целью настоящей работы является обобщение зависимости фрикционных свойств различных типов ременных передач от основных конструктивно-эксплуатационных параметров и уточнение определения их тяговой способности.

Для обеспечения единства подхода и унификации условий оценки для анализа были отобраны данные опытов из различных источников, содержащие следующие сведения: межосевое расстояние передачи A ; диаметры шкивов D_1, D_2 ; тип и размеры поперечного сечения ремня; сила начального натяжения ремня F_0 ; предельный коэффициент тяги $\psi_{\max}$, соответствующий полному буксованию и максимальной окружной силе в передаче $F_{t\max}$; нагрузка спокойная.

Считая, что при буксовании соблюдается равенство Понселе, среднее давление на поверхностях контакта ремней со шкивами $\bar{p}$ определяли по формуле

$$\bar{p} = 2F_0 / DB, \quad (1)$$

где D – диаметр шкива, на котором происходит буксование (ведущего D_1 – в плоскоременной и клиноременной передачах; ведомого D_2 в плоско-клиноременной передаче при $i < 3$);

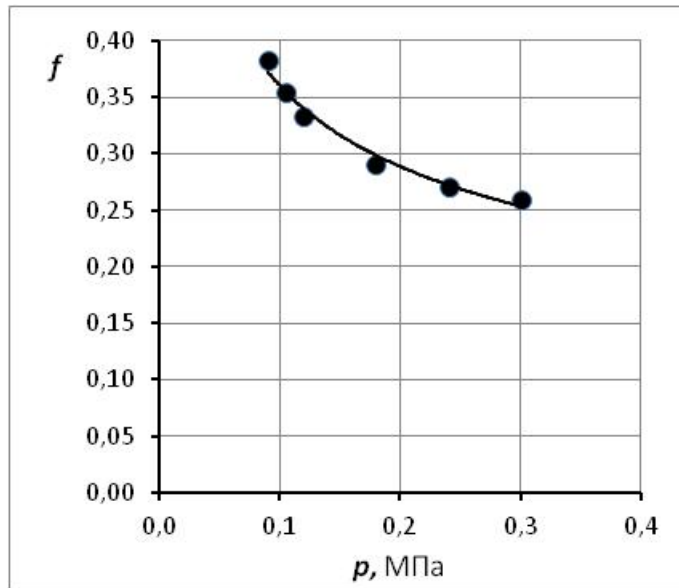
B – ширина поверхностей контакта ремней со шкивом (в плоскоременных передачах B – ширина ремня; в клиноременных – удвоенная ширина проекции боковой стороны трапецеидального сечения ремня на образующую цилиндра с диаметром, равным расчетному; в плоско-клиноременных – длина меньшего основания трапецеидального сечения ремня). В многоручьевых передачах учитывалось также количество ремней.

Усредненный при данном давлении коэффициент трения скольжения ремней о шкивы $\bar{f}$ определяли на основании уравнения Эйлера по формуле

$$\bar{f} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1 + \psi_{\max}}{1 - \psi_{\max}} \right), \quad (2)$$

где α – угол обхвата ремнями шкива, на котором происходит буксование.

Для клиноременных передач полученное значение $\bar{f}$ дополнительно корректировали с учетом угла клина φ путем деления на $\sin(\varphi/2)$. График зависимости среднего коэффициента трения ремней о шкивы от среднего давления на поверхности их контакта приведен на рисунке.



Зависимость коэффициента трения от давления в контакте ремня со шкивом

Как видно, эта зависимость имеет убывающий характер, то есть максимальная окружная сила в передаче $F_{t\max}$ растет не пропорционально увеличению начального натяжения F_0 . Экспоненциальная аппроксимация с достоверностью 0,98 дает уравнение кривой вида

$$\bar{f} = f_{\lim} \exp\left(\frac{a}{p}\right), \quad (3)$$

где $f_{\lim}$ – предельное (асимптотическое) значение коэффициента трения при неограниченном росте давления;

a – характеристическая константа.

Для рассмотренных случаев $f_{\lim} = 0,22$, $a = 0,05$ МПа.

На основе полученной зависимости предлагается рассчитывать ременные передачи, исходя из величины максимальной окружной силы $F_{t\max}$, которую надлежит обеспечить передачей. Вначале по известным рекомендациям [4, 5] предварительно определяются: тип и размеры сечения ремня; геометрические параметры передачи (диаметры шкивов, межосевое расстояние, длина ремня, угол обхвата, ширина поверхности контакта, начальное натяжение и линейная скорость ремня V , полезная окружная сила F_t).

$$F_t = \frac{1000P\eta}{V}, \quad (4)$$

где P – передаваемая мощность, кВт;

η – КПД передачи (для плоско-клиноременных).

Затем по формуле (1) вычисляется среднее давление в контакте ремня со шкивом и по формуле (3) определяется усредненный коэффициент трения.

Для плоскоремennых и плоско-клиноремennых передач максимальная окружная сила определяется непосредственно по формуле

$$F_{t\max} = 2F_0 \frac{\exp(\bar{f}\alpha) - 1}{\exp(\bar{f}\alpha) + 1}, \quad (5)$$

а для клиноремennых передач полученное по формуле (5) значение корректируется путем деления на $\sin(\varphi/2)$.

Далее, для многоручьевых клиноремennых и плоско-клиноремennых передач определяется необходимое количество ремней Z :

$$Z = F_t / F_{t\max}, \quad (6)$$

с округлением до целого значения в большую сторону, что идет в запас тяговой способности передачи. Для плоскоремennых передач максимальная окружная сила сравнивается с полезной окружной силой, и, если соблюдается неравенство $F_{t\max} \geq F_t$, предварительно выбранные параметры передачи принимаются окончательно, иначе производится их соответствующая корректировка.

Предлагаемая методика позволит более точно и объективно определять параметры ремennых передач различных типоразмеров, исходя из их тяговой способности.

Список источников

1. Андреев А. В. Передача трением. М. : Машиностроение, 1978. 176 с.
2. Валявин В. Ю. Физико-механические особенности повышения тяговой способности ремennых передач сельхозмашин : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Виктор Юрьевич Валявин. Ростов н/Д, 1993. 22 с.
3. Stoyanov S., Dobрева A. A Software System for Researching of the Traction Capability of Belt Transmissions with Flexible Bandage // International Conference on Computer Systems and Technologies. 2004. С. 1–5.
4. Иванов М. Н., Финогенов В. А. Детали машин : учебник. 12-е изд., испр. М. : Высш. шк., 2008. 400 с.
5. ГОСТ 1284.3–96. Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Передаваемые мощности. Введен 01.01.1998. М. : Изд-во стандартов. 65 с.
6. Детали машин : сборник материалов по расчету и конструированию. В 2-х кн. Кн. 1 / под ред. Н. С. Ачеркана. М. : Машгиз, 1954. 400 с.

7. Повышение тяговой способности привода лесорамы Р63-4 / Л. А. Шабалин, В. Г. Новоселов, В. И. Смирнов, А. А. Якушев // Деревообрабатывающее оборудование: Экспресс-информация. М. : НИИМАШ, 1979. С. 3–7.
8. Воробьев И. И. Ременные передачи. М. : Машиностроение, 1979. 168 с.

References

1. Andreev A. V. Friction transmission. M. : Mechanical Engineering, 1978. 176 p. (In Russ).
2. Valyavin V. Yu. Physical and mechanical features of increasing the traction capacity of belt drives of agricultural machines : abstract of dis. ... Candidate of Technical Sciences / Viktor Yurievich Valyavin. Rostov on/D, 1993. 22 p. (In Russ).
3. Stoyanov S., Dobрева A. A Software System for Researching of the Traction Capability of Belt Transmissions with Flexible Bandage // International Conference on Computer Systems and Technologies. 2004. P. 1–5.
4. Ivanov M. N., Finogenov V. A. Machine details : textbook. 12th ed., corr. M. : Higher school, 2008. 400 p. (In Russ).
5. GOST 1284.3–96. Transmission V-belts of normal cross-sections. Transmitted powers. Entered on 01.01.1998. M. : Publishing House of Standards. 65 p. (In Russ).
6. Machine parts : collection of materials on calculation and design. In 2 books. Book 1 / ed. by N. S. Acherkan. M. : Mashgiz, 1954. 400 p. (In Russ).
7. Increasing the traction capacity of the drive of the timber frame R63-4 / L. A. Shabalin, V. G. Novoselov, V. I. Smirnov, A. A. Yakushev / Woodworking equipment: Express information. M. : RIME, 1979. P. 3–7. (In Russ).
8. Vorobiev I. I. Belt drives. M. : Mechanical Engineering, 1979. 168 p. (In Russ).

ХАРАКТЕРИСТИКИ TiAlN ПОКРЫТИЙ НА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НОЖАХ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Вадим Витальевич Чаевский¹, Алексей Владимирович Белый²,
Оксана Геннадьевна Рудак³

¹ Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники, Минск, Беларусь

² Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь

² Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

³ Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

¹ v.chaevskij@bsuir.by

² vmo@tut.by

³ tidid@belstu.by

Аннотация. Покрытия TiAlN были сформированы на твердосплавных WC – 2 вес.% Co ножах фрезы методом катодного вакуумно-дугового испарения (КИБ). Покрытия не смешивались с подложкой и имели TiN фазу. Микротвердость покрытий TiAlN составила 1700...1800 HV_{0,1}, что соответствует микротвердости твердосплавных резцов фирмы Leitz. Проведенные испытания фрез с покрытием TiAlN показали увеличение их стойкости в 2,3...2,5 раза по сравнению с инструментами без покрытия при обработке пиломатериалов.

Ключевые слова: покрытия, TiAlN, фрезерный инструмент, WC-Co

Для цитирования: Чаевский В. В., Белый А. В., Рудак О. Г. Характеристики TiAlN покрытий на твердосплавных ножах дереворежущего фрезерного инструмента // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 84–89.

CHARACTERISTICS OF TiAlN COATINGS ON HARD ALLOY KNIVES OF WOOD-CUTTING MILLING TOOLS

Vadim V. Chaevsky¹, Alexey V. Bely², Oksana G. Rudak³

¹ Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

² Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

² Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

³ Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

¹ v.chaevskij@bsuir.by

² vmo@tut.by

³ tidid@belstu.by

Abstract. TiAlN coatings were formed on hard alloy WC – 2 wt.% Co cutter knives by the method of cathodic vacuum-arc evaporation (CVA). The coatings were not mixed with the substrate and had TiN phase. The microhardness of the TiAlN coatings was 1700...1800 HV_{0.1}, which corresponds to the microhardness of the hard alloy cutters of Leitz company. The tests of cutters with a TiAlN coated showed an increasing in their durability 2,3...2,5 times compared to uncoated tools, when processing timber.

Keywords: coatings, TiAlN, milling tool, WC-Co

For citation: Chaevsky V. V., Bely A. V., Rudak O. G. (2025) Harakteristiki TiAlN pokrytij na tverdosplavnyh nozhah derevorezhushchego frezernogo instrumenta [Characteristics of TiAlN coatings on hard alloy knives of wood-cutting milling tools]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 84–89. (In Russ).

Режущие инструменты должны выдерживать суровые условия во время применения, такие как высокие температуры до 1000 °С, выраженное трение и износ, коррозия и окисление, а также механическая и термическая усталость [1]. В результате долговечность фрезерного инструмента сокращается. В режущих и износостойких инструментах используются TiAlN покрытия, которые осаждают на твердые сплавы WC-Co, сочетающие в себе высокую твердость с высокой прочностью и износостойкостью. Однако в этих твердых сплавах возможна сильная коррозия из-за наличия карбидной и металлической фаз, что приводит к растворению металлической фазы и карбидной связки [2]. Покрытия на твердых сплавах защищают их от повреждений и окислительного износа.

В данной работе исследовалась структура и физико-механические свойства TiAlN покрытий, синтезированных методом катодного вакуумно-дугового испарения (КИБ) на поверхности твердосплавных WC-Co двухлезвийных ножах фирмы Leitz дереворежущей фрезы.

TiAlN покрытия были сформированы методом КИБ на установке «Булат» по стандартной методике в два этапа. Предварительно подложка обрабатывалась ионами титана в вакууме 10^{-3} Па при потенциале подложки – 1 кВ с последующим нанесением покрытий при опорном напряжении – 70 В и токах горения дуг катодов 80 А (Ti) и 50...60 А (Zr) в атмосфере азота при давлении $1,5 \cdot 10^{-1}$ Па.

Исследования структурно-фазового состояния образцов с покрытием проводились на рентгеновском дифрактометре POWDIX-600 в Cu-K α излучении. Морфология покрытий и элементный состав образцов исследовались методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) с использованием электронного микроскопа Hitachi S-4800. Для определения микротвердости осажденных покрытий использовался метод Виккерса при нагрузке на индентор 100 г. Опытнo-промышленные испытания на период стойкости фрезы с покрытием TiAlN были проведены на чашко-зарезном станке «ФОРМАТ-250» при обработке пиломатериалов на предприятии «Лельчицкий лесхоз».

Морфология сформированных TiAlN покрытий характерна для ионно-плазменных покрытий (рис. 1). На поверхностях покрытий присутствуют многочисленные глобулы, покрытие повторяет рельеф поверхности основы.

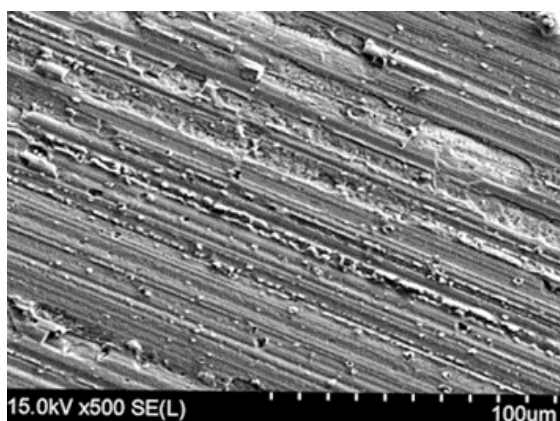


Рис. 1. СЭМ-снимок поверхности лезвия ножа с TiAlN покрытием

Рентгенограмма TiAlN покрытия показана на рис. 2. Пики покрытия связаны с нитридом титана, что характерно для покрытий TiAlN с низким содержанием Al [3].

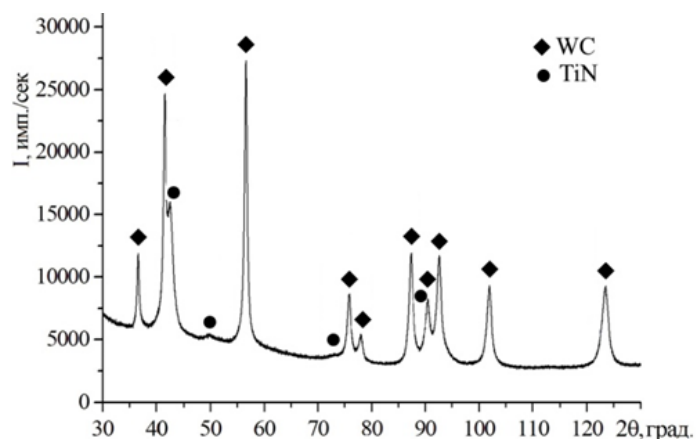


Рис. 2. Рентгенограмма TiAlN покрытия

SEM-изображение поперечного излома образца (рис. 3, *а*) показывает, что сформированное TiAlN покрытие имеет толщину $\sim 1,8$ мкм, равномерно осаждено на мелкокристаллическую основу, перемешивание с основой отсутствует (рис 3, *б*). Ранее проведенные нами исследования [4] показали, что серийные фрезерные ножи фирмы Leitz представляют собой твердый сплав WC – 2 вес.% Co с мелкодисперсной структурой. Рис. 3, *б* также показывает, что в сформированных покрытиях концентрация титана значительно превосходит концентрацию алюминия.

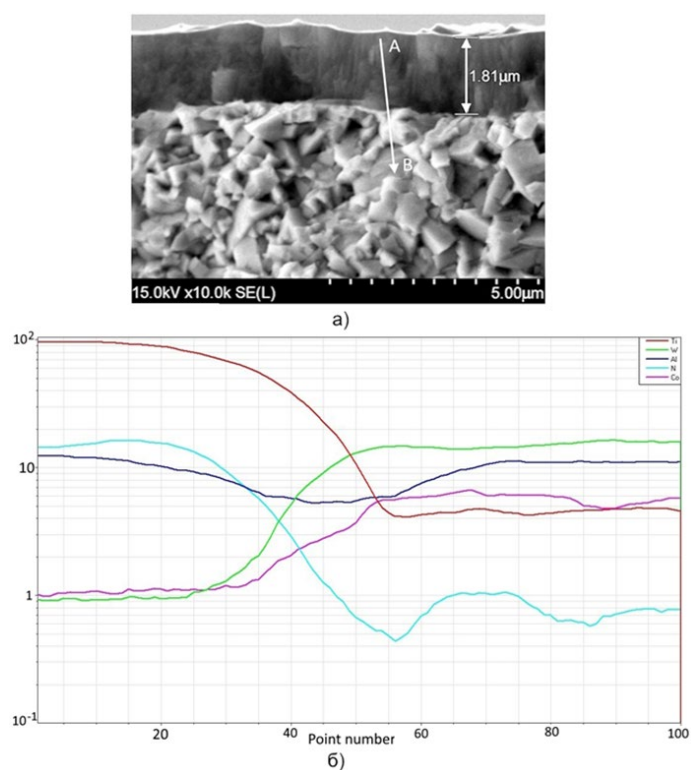


Рис. 3. СЭМ – снимок излома ножа с TiAlN покрытием (*а*) и распределение характеристического излучения Ti, Al, C, W и Co вдоль линии АВ (*б*)

Микротвердость сформированных TiAlN покрытий составила 1700...1800 HV_{0,1}, что соответствует микротвердости твердосплавных резцов фирмы Leitz.

Несмотря на незначительное содержание алюминия в сформированных TiAlN покрытиях, они представляют собой оксидный слой, созданный между обрабатываемым материалом и инструментом, тем самым придавая этому покрытию высокую стойкость к окислению [5]. Поэтому проведенные опытно-промышленные испытания фрезы с двухлезвийными твердосплавными WC – 2 вес.% Co ножами многоразового использования с покрытием TiAlN при обработке пиломатериалов показали увеличение периода стойкости инструмента в 2,5 раза по сравнению с инструментом без покрытия.

Список источников

1. Finite element study of the influence of hard coatings on hard metal tool loading during milling / I. Krajinović, W. Daves, M. Tkadletz [et al.] // Surf. Coat. Technol. 2016. Vol. 304. P. 134–141.
2. Micro-blasting effect on fracture resistance of PVD-AlTiN coated cemented carbide cutting tools / S. Tanaka, T. Shirochi, T. Shirochi [et al.] // Surf. Coat. Technol. 2016. Vol. 308. P. 337–340.
3. Properties of TiAlN Coatings Obtained by Dual-HiPIMS with Short Pulses / A. S. Grenadyorov, V. O. Oskirko, A. N. Zakharov [et al.] // Materials. 2023. Vol. 16. P. 1348.
4. Characteristics of ZrC/Ni-UDD coatings for a tungsten carbide cutting tool / V. V. Chayeuski, V. V. Zhylnski, P. V. Rudak [et al.] // Applied Surface Science. 2018. Vol. 446. P. 18–26.
5. Tribological properties of (Ti, Al) N coatings deposited at different bias voltages using the cathodic arc technique / A. N. Kale, K. Ravindranath, D. C. Kothari, P. Raole // Surf. Coat. Technol. 2001. Vol. 145. P. 60–70.

References

1. Finite element study of the influence of hard coatings on hard metal tool loading during milling / I. Krajinović, W. Daves, M. Tkadletz [et al.] // Surf. Coat. Technol. 2016. Vol. 304. P. 134–141.
2. Micro-blasting effect on fracture resistance of PVD-AlTiN coated cemented carbide cutting tools / S. Tanaka, T. Shirochi, T. Shirochi [et al.] // Surf. Coat. Technol. 2016. Vol. 308. P. 337–340.
3. Properties of TiAlN Coatings Obtained by Dual-HiPIMS with Short Pulses / A. S. Grenadyorov, V. O. Oskirko, A. N. Zakharov [et al.] // Materials. 2023. Vol. 16. P. 1348.

4. Characteristics of ZrC/Ni-UDD coatings for a tungsten carbide cutting tool / V. V. Chayuski, V. V. Zhyllinski, P. V. Rudak [et al.] // Applied Surface Science. 2018. Vol. 446. P. 18–26.

5. Tribological properties of (Ti, Al) N coatings deposited at different bias voltages using the cathodic arc technique / A. N. Kale, K. Ravindranath, D. C. Kothari, P. Raole // Surf. Coat. Technol. 2001. Vol. 145. P. 60–70.

**ДРЕВЕСНЫЕ
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
WOOD COMPOSITE MATERIALS**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫДЕРЖКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ОГНЕЗАЩИТНЫМ СОСТАВОМ

Максим Наильевич Тухбатулин¹, Маргарита Александровна
Красильникова², Александр Александрович Баев³, Алексей Евгеньевич
Шкуро⁴

^{1, 2, 3} Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ tuchbatulin93@mail.ru

² krasilnikova79@mail.ru

³ pancho.99@inbox.ru

⁴ shkuruae@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована зависимость глубины огнезащитной пропитки древесины от времени экспозиции в растворе антипирена. В качестве объекта изучения использовались образцы сосны, обработанные раствором фосфата аммония. Продолжительность пропитки с варьировалась от 10 до 1440 мин. Результаты показали линейную зависимость между временем обработки и степенью пропитки, что свидетельствует о стабильном увеличении поглощения антипирена без достижения насыщения в исследуемом диапазоне.

Ключевые слова: древесина, огнезащитная пропитка, интенсивность пропитки, антипирены, продолжительность выдержки

Для цитирования: Исследование влияния продолжительности выдержки на эффективность пропитки древесины огнезащитным составом / М. Н. Тухбатулин, М. А. Красильникова, А. А. Баев, А. Е. Шкуро // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 91–95.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF EXPOSURE TIME ON THE EFFICIENCY OF WOOD IMPREGNATION WITH A FIRE-RETARDANT COMPOSITION

Maxim N. Tukhbatulin¹, Margarita A. Krasilnikova², Alexander A. Baev³,
Alexey E. Shkuro⁴

^{1, 2, 3} Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations
of Russia, Ekaterinburg, Russia

⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ tuchbatulin93@mail.ru

² krasilnikova79@mail.ru

³ pancho.99@inbox.ru

⁴ shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. The dependence of the depth of fire-retardant wood impregnation on the exposure time to an antiftetglow solution was researched. Pine samples treated with an ammonium phosphate solution were used as the object of research. The impregnation duration was considered from 10 to 1440 minutes. The obtained results demonstrate a linear relationship between the processing time and the degree of impregnation, which indicates a stable increase in the absorbency of the fire retardant without achieving saturation in the range under research.

Keywords: wood, fire-retardant impregnation, impregnation intensity, fire retardants, holding time

For citation: Issledovanie vliyaniya prodolzhitel'nosti vyderzhki na effektivnost' propitki drevesiny ognezashchitnym sostavom [Research of the influence of exposure time on the efficiency of wood impregnation with a fire-retardant composition] / M. N. Tukhbatulin, M. A. Krasilnikova, A. A. Baev, A. E. Shkuro // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 91–95. (In Russ).

Древесина, как широко используемый строительный материал, обладает рядом преимуществ, включая экологичность, доступность и высокие механические свойства. Однако ее высокая горючесть требует применения эффективных огнезащитных средств, среди которых наиболее распространенным методом является пропитка антипиренами [1–3].

Ключевым параметром, определяющим эффективность огнезащитной обработки, выступает интенсивность пропитки, характеризующая степень

проникновения и распределения антипиренов в структуре древесины. Контроль данного показателя необходим по следующим причинам:

- 1) обеспечение огнестойкости – глубина и равномерность пропитки напрямую влияют на способность материала сопротивляться воспламенению и распространению пламени;
- 2) соответствие нормативным требованиям – стандарты регламентируют минимально допустимые параметры пропитки для различных условий эксплуатации;
- 3) оптимизация технологических процессов – определение зависимости интенсивности пропитки от времени выдержки, концентрации раствора и метода обработки позволяет повысить экономическую эффективность производства;
- 4) долговечность защиты – качественная пропитка снижает риск вымывания или термического разложения антипиренов, продлевая срок службы конструкций.

В настоящее время для оценки интенсивности пропитки применяются гравиметрические, химико-аналитические и инструментальные методы (спектроскопия, рентгенография). Однако влияние продолжительности выдержки на глубину проникновения огнезащитных составов изучено недостаточно, особенно для современных комбинированных антипиренов.

Целью данного исследования являлось экспериментальное установление зависимости эффективности (глубины) огнезащитной пропитки древесины от времени ее экспозиции в растворе.

В качестве модельного огнезащитного состава был использован 20 %-й раствор двузамещенного фосфата аммония (ГОСТ 3772–74). Этим раствором были пропитаны образцы древесины сосны размером 85×40×20, которые предварительно были высушены до постоянной массы (рис. 1). Высушенные образцы помещались в пропиточную ванну и экспонировались в растворе в течение 10, 60, 120, 240, 480 и 1440 мин. После извлечения из раствора лишняя влага удалялась с поверхности образцов с помощью хлопчатобумажной ткани. Затем образцы взвешивались на технических весах.



Рис. 1. Образцы древесины

Результаты определения эффективности пропитки древесины раствором фосфата аммония приведены на рис. 2.

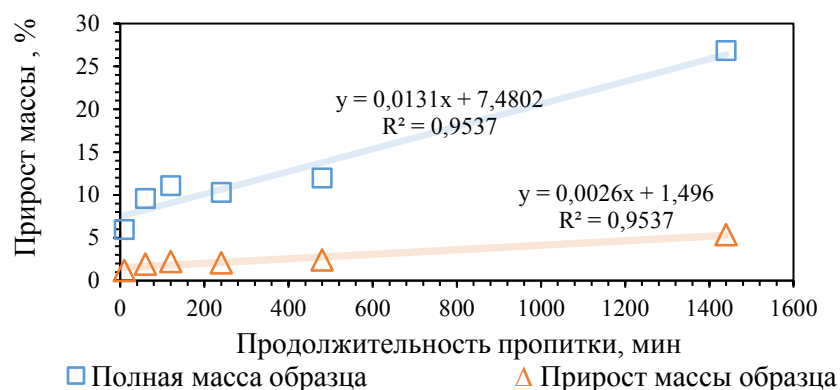


Рис. 2. Зависимость эффективности пропитки древесины от времени экспонирования в растворе

В результате исследования установлена зависимость между временем экспонирования в растворе фосфата аммония и глубиной пропитки образца древесины. Экспериментальные данные с высокой точностью могут быть описаны линейным уравнением регрессии ($R^2 = 0,95$). Таким образом, в исследуемом интервале продолжительности пропитки насыщение образцов древесины огнезащитным растворимым составом достигнуто не было. Однако пропитка образцов продолжительностью более 24 ч представляется экономически и технологически нецелесообразной. Поэтому с целью оптимизации продолжительности пропитки в дальнейшем требуется определение огнезащитной эффективности ее действия.

Список источников

1. Мусаров А. О. Применение пропитывающих жидкостей для снижения свойств горения древесины // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции (Тюмень, 20 октября 2022 года). Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 20–24.
2. Степанова А. Г. Огнезащитная обработка древесины // Наука молодых : сборник материалов Межрегиональной молодежной научной конференции, посвященной памяти Ф. А. Бабушкина (Сыктывкар, 25–26 мая 2023 года). Сыктывкар : Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, 2023. С. 128–131.
3. Газизов А. М., Хазипов А. М., Мялицин А. В. Повышение огнезащитных свойств древесины при помощи пропитки антипиреном // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2022. № 6. С. 7–19.

References

1. Musarov A. O. Application of impregnating liquids to reduce the combustion properties of wood // Innovative technologies in forestry, woodworking industry and applied mechanics : collection of works of the All-Russian scientific and practical conference (Tyumen, October 20, 2022). Tyumen : State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2022. P. 20–24. (In Russ).
2. Stepanova A. G. Fire protection treatment of wood // Science of the young : collection of materials of the Interregional youth scientific conference dedicated to the memory of F. A. Babushkin (Syktyvkar, May 25–26, 2023). Syktyvkar : Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokina, 2023. P. 128–131. (In Russ).
3. Gazizov A. M., Khazipov A. M., Myalitsin A. V. Improving the fire-retardant properties of wood by impregnating it with a fire retardant // Electronic scientific journal Oil and Gas Business. 2022. № 6. P. 7–19. (In Russ).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ТРЕХТОЧЕЧНЫЙ ИЗГИБ

Алексей Евгеньевич Шкуро¹, Артем Вячеславович Артемов²,
Никита Семенович Штабнов³, Виктор Гаврилович Бурындин⁴

^{1, 2, 4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

³ Филиал ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России, Екатеринбург, Россия

¹ shkuruae@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ lol_hukutos@mail.ru

⁴ buryndinv@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрен алгоритм определения модуля упругости при изгибе для композиционных материалов без связующих при испытаниях на прочность при изгибе (на трехточечный изгиб). При применении компьютеризированного испытательного оборудования вычисление модуля по двум точкам на графике «изгибающее напряжение/относительная деформация» можно заменить аналитическим подходом.

Ключевые слова: древесные пластики, физико-механические свойства, модуль упругости, изгиб

Для цитирования: Определение модуля упругости композиционных материалов без связующих при испытаниях на трехточечный изгиб / А. Е. Шкуро, А. В. Артемов, Н. С. Штабнов, В. Г. Бурындин // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 96–101.

DETERMINATION OF THE ELASTIC MODULUS OF COMPOSITE MATERIALS WITHOUT BINDERS IN THREE-POINT BENDING TESTS

Alexey E. Shkuro¹, Artyom V. Artyomov², Nikita S. Shtabnov³, Victor G. Buryndin⁴

^{1, 2, 4} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

³ Branch of the Federal State Institution “48 Central Research Institute” of the Russian Ministry of Defense, Ekaterinburg, Russia

¹ shkuroae@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ lol_hukutos@mail.ru

⁴ buryndinvg@m.usfeu.ru

Abstract. The article considers an algorithm for determining the elastic modulus in bending for composite materials without binders during strength tests in bending (three-point bending). When using computerized testing equipment, calculating the modulus based on two points on the “bending stress/relative deformation” graph can be replaced by an analytical approach.

Keywords: wood plastics, physical and mechanical properties, elastic modulus, bending

For citation: Opredelenie modulya uprugosti kompozitsionnih materialov bez svyazuyushih pri ispitaniyah na trextochechniy izgib [Determination of the elastic modulus of composite materials without binders in three-point bending tests] / A. E. Shkuro, A. V. Artyomov, N. S. Shtabnov, V. G. Buryndin // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 96–101. (In Russ).

Модуль упругости представляет собой одну из ключевых характеристик материала, сведения о которой необходимы для расчета жесткости конструктивных элементов, для анализа устойчивости, колебательных процессов, ударных нагрузок, а также при определении остаточных и температурных напряжений, при испытаниях на износостойкость [1].

Качество композиционных материалов (пластиков) без добавления связующих (ПБС), так же, как и качество композитов на основе синтетических связующих (ДСтП, МДФ и проч.), определяется степенью отверждения [2]. Одним из косвенных способов определения степени отверждения является способ определения модуля упругости у готовых пластиков [3, 4].

Для определения модуля упругости для ПБС можно использовать метод измерения прогиба при нагружении диска [3]. Процесс определения модуля упругости осуществляется следующим образом: образец в виде диска помещается в специальное устройство и подвергается нагрузке с помощью груза. Прогиб в центре диска фиксируется с использованием индикатора часового типа и рассчитывается модуль упругости при изгибе [4].

Определение модуля упругости может быть выполнено как для горячих, так и для холодных образцов-дисков ПБС. Модуль упругости, полученный для горячих образцов, отражает прочностные характеристики материала, в то время как модуль, полученный на холодных образцах, подвергнутых испытаниям через сутки или позже после прессования, можно рассматривать как один из индикаторов физико-механических свойств отвержденного пластика.

На основании проведенных исследований [5] был осуществлен анализ данных о физико-механических свойствах ПБС и древесно-композиционных материалов, полученных с применением фенолоформальдегидных олигомеров и древесных отходов. Также были выявлены тесные корреляционные зависимости между этими свойствами.

Для испытаний композиционных материалов (древесно-полимерных композитов, композитов с применением синтетических смол) на прочностные свойства используют ГОСТ 4648–2014 или ГОСТ 10635–88. В соответствии с названными гостами для испытаний изготавливаются стандартные образцы прямоугольной формы.

При применении компьютеризированного испытательного оборудования определение модуля по двум точкам на графике «изгибающее напряжение/относительная деформация» может быть заменено вычислением углового коэффициента прямой m с использованием линейной регрессии на интервале кривой между указанными точками, что представляет собой аналитический подход.

Определение модуля упругости при изгибе на прямоугольных образцах при аналитическом определении углового коэффициента прямой выполняется по следующей формуле:

$$E_{\text{и}}^{\text{п}} = \frac{L^3 m}{4bh^3}, \text{ МПа},$$

где L – расстояние между опорами, мм;

b – ширина образца, мм;

h – толщина образца мм;

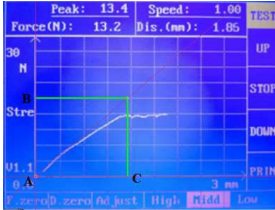
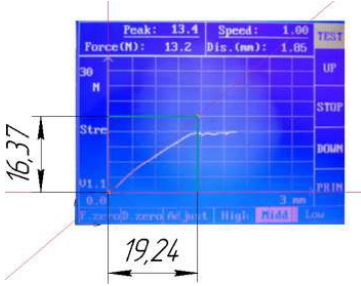
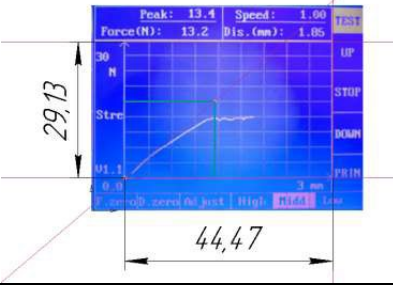
m – коэффициент, численно равный тангенсу углу наклона, Н/мм.

При испытаниях на кафедре ТЦБП и ПП УГЛУТУ на трехточечный изгиб с применением разрывной машины марки Subramax RM-988, пультом

оператора предусматривается построение кривой в координатах «деформация – напряжение» для аналитического расчета модуля упругости при изгибе. В таблице представлен алгоритм определения углового коэффициента прямой.

Алгоритм определения углового коэффициента прямой для последующего вычисления модуля упругости при изгибе

№	Этап	Иллюстрация
1	Фиксируем цифровым способом фиксации изображение кривой, построенную в координатах «деформация – напряжение»	
2	Переносим зафиксированное растровое изображение в графический редактор (например, «КОМПАС-3D»). Добавляем вспомогательные кривые вдоль осей координат	
3	Строим касательную к самому крутому участку кривой	
4	Выбираем произвольную точку на построенной касательной	
5	Опускаем из этой точки перпендикуляры на оси абсцисс и ординат	

№	Этап	Иллюстрация
6	Тангенс угла наклона самого крутого участка кривой является отношением длины отрезка АВ (в ньютонах) к длине отрезка АС (в мм)	
7	Определяем величину искомых отрезков в графическом редакторе	
8	Определяем размеры системы осей абсцисс и ординат в графическом редакторе	
9	Отрезок АВ составляет 16,37/29,13 от 30 Н, а отрезок АС составляет 19,24/44,47 от 3 мм. То есть АВ = 16,86 Н, а АС = 1,30 мм	
10	Определяем тангенс угла наклона касательной: $\text{tg} = \text{AB}/\text{AC} = 16,86/1,3 = 12,97$	

В соответствии с указанными выше гостами предложенное аналитическое определение углового коэффициента прямой и последующий расчет модуля упругости при изгибе действительны только в тех случаях, когда имеет место линейная зависимость между изгибающим напряжением и деформацией.

Список источников

1. Исследование упругих свойств композитов на основе ацетата целлюлозы и лигноцеллюлозных наполнителей / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, П. С. Захаров, Х. С. Абзальдинов // Промышленное производство и использование эластомеров. 2023. № 1. С. 32–36.
2. Ставров В. П., Дедюхин В. Г., Соколов А. Д. Технология испытания реактопластов. М. : Химия, 1981. 248 с.

3. Бурындин Б. Г., Савиновских А. В., Артемов А. В. Определение модуля упругости древесных пластиков без добавления связующих // 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, 2–4 февраля 2021 года). Екатеринбург : ФГБОУ УГЛТУ, 2021. С. 529–531.

4. Артемов А. В., Савиновских А. В., Бурындин В. Г. Модуль упругости при изгибе как показатель физико-механических свойств древесных пластиков без добавления связующих // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 1 (49). С. 67–71.

5. Исследование зависимости между физико-механическими свойствами древесных пластиков / М. С. Гарт, А. С. Ершова, А. В. Артемов [и др.] // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XVII Международного Евразийского симпозиума (Екатеринбург, 13–16 сентября 2022 года). Екатеринбург : ФГБОУ УГЛТУ, 2022. С. 140–146.

References

1. Research of elastic properties of composites based on cellulose acetate and lignocellulosic fillers / A. E. Shkuro, V. V. Glukhikh, P. S. Zakharov, H. S. Abzal'dinov // Industrial production and use of elastomers. 2023. № 1. P. 32–36. (In Russ).

2. Stavrov V. P., Dedyukhin V. G., Sokolov A. D. Technology of testing thermosetting plastics. M. : Chemistry, 1981. 248 p. (In Russ).

3. Buryndin B. G., Savinovskikh A. V., Artyomov A. V. Determination of the modulus of elasticity of wood plastics without the addition of binders // An effective response to modern challenges taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex : proceedings of the XIII International Scientific and Technical Conference (Ekaterinburg, February 2–4, 2021). Ekaterinburg : FSBEI USFEU, 2021. P. 529–531. (In Russ).

4. Artyomov A. V., Savinovskikh A. V., Buryndin V. G. Bending modulus of elasticity as an indicator of the physical and mechanical properties of wood plastics without the addition of binders // Systems. Methods. Technologies. 2021. № 1 (49). P. 67–71. (In Russ).

5. Research of the relationship between the physical and mechanical properties of wood plastics / M. S. Gart, A. S. Ershova, A. V. Artyomov [et al.] // Woodworking: technologies, equipment, management of the 21st century : proceedings of the XVII International Eurasian Symposium (Ekaterinburg, September 13–16, 2022). Ekaterinburg : FSBEI USFEU, 2022. P. 140–146. (In Russ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В КОМПОЗИЦИЯХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ: АНАЛИЗ ПАТЕНТНЫХ РЕШЕНИЙ

Ирина Валерьевна Яцун¹, Сергей Денисович Кондюрин²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ yatsuniv@m.usfeu.ru

² sergey.kondyurin.98@mail.ru

Аннотация. В составе строительных композитов в качестве основного или вспомогательного компонента можно использовать такой природный материал, как торф. Для подтверждения целесообразности использования торфа в конструкциях теплоизоляционных материалов, изготавливаемых на основе древесных отходов, выполнен патентно-информационный поиск существующих композиций (смесей) и материалов, изготовленных на его основе.

Ключевые слова: торфодревесные теплоизоляционные материалы, патентный поиск торфодревесных материалов, торфодревесные композиции, материалы на основе древесины и торфа, переработка отходов теплоизоляционные материалы

Для цитирования: Яцун И. В., Кондюрин С. Д. Использование торфа в композициях теплоизоляционных материалов на основе отходов древесины: анализ патентных решений // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XXI Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 102–108.

Original article

THE USE OF PEAT IN THERMAL INSULATION MATERIALS COMPOSITIONS BASED ON WOOD WASTE: ANALYSIS OF PATENT SOLUTIONS

Irina V. Yatsun¹, Sergey D. Kondyurin²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ yatsuniv@m.usfeu.ru

² sergey.kondyurin.98@mail.ru

Abstract. Natural materials such as peat can be used as the main or auxiliary component of building composites. To confirm the expediency of using peat in the constructions of thermal insulation materials made on the basis of wood waste, a patent information search was performed for existing compositions (mixtures) and materials made on its basis.

Keywords: peat-wood thermal insulation materials, patent search for peat-wood materials, peat-wood compositions, materials based on wood and peat, waste recycling thermal insulation materials

For citation: Yatsun I. V., Kondyurin S. D. (2025) Ispol'zovanie torfa v kompozitsiyah teploizolyacionnyh materialov na osnove othodov drevesiny: analiz patentnyh reshenij [The use of peat in thermal insulation materials compositions based on wood waste: analysis of patent solutions]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XXI International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 102–108. (In Russ).

Высокие темпы строительства, наблюдаемые в последние годы, требуют разработки новых инновационных материалов, обеспечивающих эффективную тепловую защиту для возводимых и реконструируемых зданий и сооружений.

Перспективным направлением в решении этого вопроса является создание композиционных материалов, в которых свойства получаемого композита возможно прогнозировать заранее.

В процессе механической обработки древесины образуется большое количество отходов, которые при правильной предварительной обработке можно эффективно использовать в конструкциях подобных материалов в качестве каркасообразующего элемента.

В составе строительных композитов в качестве основного или вспомогательного компонента можно использовать такой природный материал, как торф. Известно, что по своим свойствам он является перспективным материалом для использования в качестве утеплителя стен при строительстве жилых и общественных зданий [1].

Для подтверждения целесообразности использования торфа в конструкциях теплоизоляционных материалов, изготавливаемых на основе древесных отходов, выполнен патентно-информационный поиск существующих композиций (смесей) и материалов, изготовленных на его основе.

Известен теплоизоляционный материал «Арболит» (патент SU 1244122 A1) [2], разработанный коллективом ученых Калининского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института, включающий в качестве связующего – портландцемент (33...38 %), верховой торф и его производные (4...12 %), древесные отходы торфяных месторождений (20...25 %) и торфяную вытяжку (1...3 %).

Недостатком материала является его повышенная плотность, и, как следствие, невысокие теплотехнические характеристики.

Авторами патента RU 2005108 C1 [3] Гординым И. В. и Локочинским А. А. разработана сырьевая смесь для изготовления древесно-торфяных строительных материалов, содержащая верховой торф степенью разложения 5...15 % (10...25 %), отходы древесины (20...40 %), бишофит (6...25 %), алюмохромофосфат (1...3 %), магнезит.

Технология изготовления строительных материалов на основе смеси заключается в предварительном перемешивании вышеперечисленных компонентов с последующим формированием материала при температуре 150...160 °С и давлении 3,0...3,5 МПа.

Недостатком разработанного материала является невысокие теплоизоляционные свойства вследствие повышенной плотности получаемого композита.

Известен древесный композит «Гекар» [4], изготавливаемый по способу, защищенному патентом RU 2041185 C 04 38/00 [5] (авторы патента – Ассоциация «Русь» в лице патентообладателя Вязовченко П. А.). Композит изготавливается на основе связующего, получаемого из мелкодисперсного верхового торфа со степенью разложения 20 % (50...55 %), древесных опилок (30...35 %) и воды.

Недостатком композита является то, что он имеет более высокие значения коэффициента теплопроводности изделий и высокую степень водопоглощения.

Исследованиями по разработке торфодревесных композиций на основе модифицированного низинного торфа занимался коллектив ГОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» под руководством Копаницы Н. О.

1. Торфодревесная композиция для изготовления конструктивных теплоизоляционных строительных материалов (патент RU 2307813 C2) [6], содержащая в качестве связующего – диспергированный в воде низинный торф (80...90 %), в качестве наполнителя – древесные опилки (5...10 %), а также армирующую добавку из синтетических волокон (полипропиленовых или полиэтиленовых и др. с температурой перехода в упругопластичное состояние 105...130 °С) при водотвердом отношении 2,0...2,5 (5...10 %).

Полученный материал обладает высоким прочностными и теплоизоляционными свойствами, а также имеет низкую степень водопоглощения.

2. Торфодревесная композиция для изготовления теплоизоляционных строительных материалов (патент RU 2273620) [7] включающая диспергированный в воде низинный торф в качестве связующего (20,5...28,5 %), древесные опилки в качестве наполнителя (61...70 %), пенообразователь (3,5...6,5 %), гидрофобизирующую добавку при водотвердом отношении 2...2,4 (3...5 %).

Технология изготовления материала схожа с предыдущей. Отличие заключается в том, что вода в смесь вводится в 2 приема: 80 % смешиваются с торфом, а остальные 20 % используются для изготовления пенообразующей добавки. Полученная масса смешивается с пеной, доводится до однородного состояния и формуется с последующей сушкой течение 16 ч при 80...105 °С.

3. Торфодревесное теплоизоляционное изделие (патент RU 90090U1) [8], состоящее из низинного торфа (20,5...28,5 %), древесных опилок (61...73 %), остальное – вода при водотвердом отношении 2...2,4. Разработанный материал является продуктом твердения формовочной смеси. Технология изготовления изделий схожа с вышеописанными, но вода, входящая в состав смеси, предварительно в течение 40...60 с обрабатывается магнитным полем (индукция 40 мТл). Получаемые изделия могут иметь форму плит, блоков и скорлупы.

В таблице представлены основные физико-механические и теплоизоляционные свойства рассмотренных выше торфодревесных композиций и материалов на их основе.

Основные физико-механические свойства торфодревесных теплоизоляционных композиционных материалов

Наименование показателя	Наименование композиционного материала					
	на основе верхового торфа			на основе низинного торфа		
	Арболит [3]	Изделия, изготавливаемые из древесноторфяной смеси [4]	Древесный композит «Гекар» на основе торфяного связующего [5]	Конструкционные теплоизоляционные строительные материалы на основе торфодревесной композиции [6]	Торфодревесная композиция для изготовления теплоизоляционных строительных материалов [7]	Торфодревесное теплоизоляционное изделие [8]
Прочность, МПа:						
– при сжатии;	5,85... 6,41	11...18	4,0	6...7,12	1,55... 1,92	1,63... 1,78
– при изгибе	–	–	2,0	4...4,55	0,65...0,9	–
Плотность, кг/м ³	–	960...11 00	350	250...280	150...200	240...246

Наименование показателя	Наименование композиционного материала					
	на основе верхового торфа			на основе верхового торфа		
	Арболит [3]	Изделия, изготавливаемые из древесноторфяной смеси [4]	Древесный композит «Гекар» на основе торфяного связующего [5]	Конструкционные теплоизоляционные строительные материалы на основе торфодревесной композиции [6]	Торфодревесная композиция для изготовления теплоизоляционных строительных материалов [7]	Торфодревесное теплоизоляционное изделие [8]
Водопоглощение, %	–	–	–	4,01...6,35	–	50...80
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К)	0,12	0,11...0,17	0,08	0,04...0,06	0,04...0,06	0,047...0,049

Проведенный патентно-информационный поиск показал перспективность использования отходов деревообработки в сочетании с торфом для создания новых композиционных материалов, имеющих повышенные теплоизоляционные свойства.

Список источников

1. Физико-механические и теплоизоляционные свойства легкого бетона на основе модифицированного торфа для стеновых конструкций / А. В. Носков, В. А. Беляков, А. В. Лазуткин, А. В. Никитина // Строительство и образование : сборник научных трудов. № 14. Екатеринбург : УрФУ, 2011. С. 52–56.
2. Патент № 1244122, МПК C04B 18/30(2006.01), C04B 20/10(2006.01), C04B 28/04(2006.01). Арболит : заявл. 14.02.1983 : опубл. 15.07.1986 / А. С. Жирнов, А. Н. Морозов, В. М. Наумович [и др.]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU1244122A1_19860715 (дата обращения: 10.06.2024).
3. Патент № 2005108, МПК C04B 28/30(2006.01), C04B 16/02(2006.01). Сырьевая смесь для изготовления древесно-торфяных строительных материалов : заявл. 25.01.1991 : опубл. 30.12.1993 / И. В. Гордин, А. А. Локочинский. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2005108C1_19931230 (дата обращения: 11.06.2024).

4. Теплоизоляционные и стеновые блоки «Геокар» – строительный материал XXI века // Allbeton.ru : [сайт]. URL: <https://allbeton.ru/article/246.html> (дата обращения: 05.06.2025).

5. Патент № 2041185, МПК C04B 38/00, C10F 7/00(2006.01). Способ получения связующего : заявл. 12.08.1991 : опубл. 09.08.1995 / П. А. Вязовченко, Е. К. Малиновский, В. Б. Кваша [и др.]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2041185C1_19950809 (дата обращения: 20.04.2025).

6. Патент № 2307813, МПК C04B 38/00(2006.01), C04B 16/06(2006.01), C04B 18/26(2006.01). Торфодревесная композиция для изготовления конструкционно-теплоизоляционных строительных материалов : заявл. 03.10.2005 : опубл. 10.10.2007 / Н. О. Копаница, А. И. Кудяков, М. А. Калашникова. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307813C2_20071010 (дата обращения: 11.06.2024).

7. Патент № 2273620, МПК C04B 38/06 (2006.01), C04B 16/02 (2006.01). Торфодревесная композиция для изготовления теплоизоляционных строительных материалов : заявл. 20.09.2005 : опубл. 10.04.2006 / Н. О. Копаница, А. И. Кудяков, М. А. Калашникова, А. Б. Рыжиков. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2273620C2/> (дата обращения: 11.06.2024).

8. Патент № 90090, МПК E04B 1/76(2006.01), E04B 1/78(2006.01), C04B 16/00(2006.01). Торфодревесное теплоизоляционное изделие : заявл. 13.04.2009 : опубл. 27.12.2009 / Н. О. Копаница, В. Н. Сафронов, М. А. Ковалева. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU90090U1_20091227 (дата обращения: 10.06.2025).

References

1. Physical, mechanical and thermal insulation properties of lightweight concrete based on modified peat for wall structures / A. V. Noskov, V. A. Belyakov, A. V. Lazutkin, A. V. Nikitina // Construction and Education : collection of scientific papers. № 14. Ekaterinburg : UrFU, 2011. P. 52–56. (In Russ).

2. Patent No. 1244122, IPC C04B 18/30(2006.01), C04B 20/10(2006.01), C04B 28/04(2006.01). Arbolit : appl. 02.14.1983 : publ. 07.15.1986 / A. S. Zhirnov, A. N. Morozov, V. M. Naumovich [and others]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU1244122A1_19860715 (date of accessed: 10.06.2024).

3. Patent No. 2005108, IPC C04B 28/30(2006.01), C04B 16/02(2006.01). Raw mixture for the manufacture of wood-peat building materials : appl. 01.25.1991 : publ. 12.30.1993 / I. V. Gordin, A. A. Lokochinsky. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2005108C1_19931230 (date of accessed: 11.06.2024).

4. Geokar thermal insulation and wall blocks are the building material of the 21st century // Allbeton.ru : [website]. URL: <https://allbeton.ru/article/246.html> (date of accessed: 05.06.2025).

5. Patent No. 2041185, IPC C04B 38/00, C10F 7/00 (2006.01). Method for obtaining a binder : appl. 08.12.1991 : publ. 09.08.1995 / P. A. Vyazovchenko,

E. K. Malinovsky, V. B. Kvasha [et al.]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2041185C1_19950809 (date of accessed: 20.04.2025).

6. Patent No. 2307813, IPC C04B 38/00(2006.01), C04B 16/06(2006.01), C04B 18/26(2006.01). Peat-wood composition for the manufacture of structural and thermal insulation building materials : appl. 10.03.2005 : publ. 10.10.2007 / N. O. Kopanitsa, A. I. Kudyakov, M. A. Kalashnikova. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307813C2_20071010 (date of accessed: 11.06.2024).

7. Patent No. 2273620, IPC C04B 38/06 (2006.01), C04B 16/02 (2006.01). Peat-wood composition for the manufacture of thermal insulation building materials : appl. 09.20.2005 : publ. 04.10.2006 / N. O. Kopanitsa, A. I. Kudyakov, M. A. Kalashnikova, A. B. Ryzhikov. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2273620C2/> (date of accessed: 11.06.2024).

8. Patent No. 90090, IPC E04B 1/76(2006.01), E04B 1/78(2006.01), C04B 16/00(2006.01). Peat-wood thermal insulation product : appl. 04.13.2009 : publ. 12.27.2009 / N. O. Kopanitsa, V. N. Safronov, M. A. Kovaleva. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU90090U1_20091227 (date of accessed: 10.06.2025).

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ
В ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

**SAFETY AND ENVIRONMENTAL ISSUES
IN WOOD RECYCLING**

ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРОСЕК ЛЭП С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Кристина Юрьевна Берсенева¹, Алена Игоревна Харьковская²
Валерия Олеговна Курендо³, Артем Вячеславович Артемов⁴

¹ АО «Екатеринбургская электросетевая компания», Екатеринбург, Россия

^{2,3,4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ kristina8014@mail.ru

² alenkaov30@gmail.com

³ kurendo.valeria@yandex.ru

⁴ artemovav@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос о применении автоматизированного системного комплекса «Модуль учета нарядов-допусков и распоряжений» при осуществлении деятельности, связанной с обслуживанием воздушных линий электропередач (ВЛ) при выполнении работ по расчистке трасс ВЛ от кустарников и сваленных деревьев. Предложены мероприятия по обращению с отходами от данных видов работ на ВЛ.

Ключевые слова: автоматизация, воздушные линии электропередач, просека, древесные отходы, утилизация

Для цитирования: Обслуживание просек ЛЭП с применением системы программного комплекса / К. Ю. Берсенева, А. И. Харьковская, В. О. Курендо, А. В. Артемов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 110–115.

POWER TRANSMISSION LINE RIGHT-OF-WAY MAINTENANCE USING A SOFTWARE PACKAGE SYSTEM

**Kristina Yu. Berseneva¹, Alyona I. Kharkovskaya², Valeria O. Kurendo³,
Artyom V. Artyomov⁴**

¹ JSC Ekaterinburg Electric Grid Company, Ekaterinburg, Russia

^{2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ kristina8014@mail.ru

² alenkaov30@gmail.com

³ kurendo.valeria@yandex.ru

⁴ artemovav@m.usfeu.ru

Abstract. This article considers the use of the automated system complex “Accounting module for work permits and orders” in the implementation of activities related to the maintenance of overhead power lines (OPL) when carrying out work on clearing OPL routes from shrubs and fallen trees. Measures for waste management from these types of work on OPL are proposed.

Keywords: automation, overhead power lines, secondary ride, wood waste, recycling

For citation: Obsluzhivanie prosek LEP s primeneniem sistemi programmnogo kompleksa [Power transmission line right-of-way maintenance using a software package system] / K. Yu. Berseneva, A. I. Kharkovskaya, V. O. Kurendo, A. V. Artyomov // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 110–115 (In Russ).

На обширных лесных территориях располагается значительная часть линий электропередачи (ЛЭП). Крайне важно осуществлять работы по лесорасчистке, поскольку кустарники и деревья, произрастающие вблизи энергетических объектов, могут стать причиной производственных сбоев в условиях снегопадов, сильного ветра или пожаров.

В соответствии со ст. 45 «Лесного кодекса РФ» (от 04.12.2006 № 200-ФЗ) и Постановлением Правительства РФ от 24.02.2009 № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон» для обеспечения безопасной эксплуатации объектов электросетевого хозяйства в охранных зонах сетевые организации должны проводить прокладку и обслуживание просек вдоль воздушных линий электропередачи, а также по периметру подстанций, если данные зоны находятся в зеленых насаждениях. Также необходимо осуществлять вырубку

и обрезку деревьев и кустарников в пределах минимально допустимых расстояний до их крон, а также удалять деревья, представляющие угрозу падения.

Сетевые организации несут ответственность за поддержание просек в пожаробезопасном состоянии, а также за соблюдение установленной законодательством ширины этих просек. Это достигается путем вырубki и обрезки крон деревьев и кустарников, а также другими методами. Кроме того, необходимо производить вырубку или обрезку крон деревьев, высота которых превышает 4 м и которые растут на просеках. Более того, в пределах охранных зон ВЛ любые мероприятия, в том числе посадка и вырубка деревьев и кустарников, запрещены без письменного согласования сетевых организаций равно как для юридических, так и для физических лиц.

Охрана труда играет важную роль в современном обществе, поскольку обеспечение безопасности и здоровья работников на производстве является основополагающей задачей для каждой компании, включая энергетические организации. С целью предотвращения аварийных ситуаций на линиях электропередач энергетические компании ежегодно осуществляют плановую расчистку территории от растительности.

Применение программного комплекса «Модуль учета нарядов-допусков и распоряжений» (ПК «МУНДиР»), в котором создана единая база данных, способствует более эффективному планированию работ на месячной, квартальной и годовой основе. Одним из ключевых преимуществ данной программы является возможность контроля производственных прав и полномочий сотрудников. С помощью ПК «МУНДиР» можно установить права и ограничения для персонала на энергообъектах, что обеспечивает соблюдение норм охраны труда при эксплуатации электроустановок при выдаче наряда-допуска [1].

При обслуживании просек ЛЭП выполняются виды работ [2]:

- расчистка трасс ВЛ от кустарников, сваленных деревьев и сучьев, поддержание ширины просеки в размере, установленном проектом;
- вырубка вне просеки деревьев, угрожающих падением на провода ВЛ, и др.

Для расчистки ЛЭП в лесополосах используют разные методы, среди них [3]:

- механизированные. Применяют мульчеры, которые позволяют сразу решать комплекс вопросов: вырубать древесно-кустарниковую растительность, утилизировать порубочные остатки, а в случае смешивания полученной щепы с поверхностным слоем почвы устраивать минерализованную полосу для защиты от низовых пожаров;
- ручные. Используют бензопилы, мотокусторезы, топоры, мачете в весенне-летний период или осенью. Также применяют роторные косилки или катки;

– химические. Используют арборициды, которые вносят методом инъекций в растения, а затем убирают их механизированным или ручным способом. Также применяют аэрозольную обработку: весной или летом, или осенью;

– комбинированный. Удаление растений механизированным или ручным способом и обработка пней арборицидами в осенний период или аэрозольное распыление препарата на пни срезанных древесно-кустарниковых растений.

По результатам НИР [4] было установлено, что из 21 лесничества (заказника, заповедника) в 10 лесничествах рекомендуемая периодичность расчистки механизированным методом – мульчером без заглубления в почву – составляет семь лет, а в трех лесничествах – восемь лет. Как следствие, для 13 из 21 лесничества имеется потенциал повышения периодичности расчистки просек ВЛ с шести до семи-восьми лет, что, в свою очередь, может привести к снижению ежегодных затрат на расчистку просек ВЛ от ДКР в разрезе отдельных лесничеств с 16 до 25 %, соответственно.

Процесс мульчирования соответствует стандарту ISO 14000 и тем самым категоризируется как экологически ценный процесс. Возврат измельченной биомассы в естественный природный круговорот приводит к улучшению структуры почвы, препятствует разрастанию растительности и защищает ее от эрозии, загрязнения, пересыхания, что значительно сокращает угрозу пожара. Данная технология позволяет сохранять в безлесном состоянии значительные площади трасс ЛЭП от 5 до 8 лет [2, 4].

При расчистке линии ЛЭП ручным способом получается отход в виде древесины (сучья, ветки, пни), которая остается после вырубki деревьев и прочей растительности вдоль трассы ЛЭП, которая называется порубочные остатки. Порубочные остатки обычно складывают или сжигают в период, когда ограничения по противопожарному режиму сняты.

Процесс складирования отходов осуществляется следующим образом:

– обрубленные сучья и порубочные остатки (например, поваленные деревья, кустарник) собирают в кучи по бокам просеки на расстоянии не менее 5 м от края охранной зоны ЛЭП;

– кучи располагают между проекцией крайнего провода и границей леса или за пределами охранной зоны, но не ближе 5 м от стены леса.

Расстояние между кучами – не менее 10 м друг от друга [2].

Растительные отходы, образующиеся в процессе расчистки охранных зон и полос отвода объектов инженерной инфраструктуры, классифицируются согласно ФККО («Растительные отходы при расчистке охранных зон и полос отвода объектов инженерной инфраструктуры», код 7 33 382 02 20 5). В результате мульчирования линии ЛЭП отходы относятся к V классу опасности по отношению к окружающей природной среде. Уровень негативного воздействия таких отходов на окружающую среду является минимальным.

Как правило, древесная щепа и порубочные остатки остаются на месте образования и не подлежат повторному использованию. Тем не менее существует широкий спектр их применения: они могут быть использованы в агрономии, в качестве декоративного мульчирования, в качестве топлива или для производства различных материалов [5].

Таким образом, древесная щепа и порубочные растительные остатки имеют несколько вариантов применения, помимо простого складирования на месте, где они могут быть подвержены гниению, или сжигания во время специализированных рубок для очистки просек ВЛ. Использование ПК «МУНДиР» обеспечит безопасность при проведении таких работ.

Список источников

1. Зубенин М., Глазунова С. Автоматизация процесса работы с нарядами и распоряжениями // Электроэнергия. Передача и распределение. 2021. № 4 (23). С. 33–39.
2. СТО 34.01–24–002–2021. Организация технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства : стандарт организации. Введ. 29.07.2021. М. : ПАО «Российские сети», 2021. 149 с.
3. Технологические схемы использования мини-тракторов на рубках ухода за лесом / Н. Н. Теринов, Э. Ф. Герц, А. В. Мехренцев [и др.] // Resources and Technology. 2023. Т. 20, № 4. С. 1–27.
4. 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.
5. Получение и исследование физико-механических свойств пластика без связующего на основе опилок бука лесного / Н. Г. Власов, А. Б. Якимова, А. С. Ершова, А. В. Артемов // Химия. Экология. Урбанистика. 2023. Т. 3. С. 34–38.

References

1. Zubenin M., Glazunova S. Automation of the process of working with orders and instructions // Electric power. Transmission and distribution. 2021. № 4 (23). P. 33–39. (In Russ).
2. OS 34.01–24–002–2021. Organization of technical maintenance and repair of electric grid facilities : organization standard. Introduced 07.29.2021. M. : PJSC “Russian networks”, 2021. 149 p. (In Russ).
3. Technological schemes for the use of mini-tractors in forest thinning / N. N. Terinov, E. F. Hertz, A. V. Mehrentsev [and others] // Resources and Technology. 2023. Vol. 20, № 4. P. 1–27. (In Russ).

4. Gladkovsky G. K., Magadeev E. V., Murachev A. S. Formation of the R&D program of ROSSETI Group for 2024–2026 // United Grid Energy. 2023. № 1 (68). P. 8–11. (In Russ).

5. Obtaining and researching the physical and mechanical properties of plastic without a binder based on forest beech sawdust / N. G. Vlasov, A. B. Yakimova, A. S. Ershova, A. V. Artyomov // Chemistry. Ecology. Urbanistics. 2023. Vol. 3. P. 34–38. (In Russ).

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВЫБРОСОВ ЛИНИИ СРАЩИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Наталья Алексеевна Воронова¹, Артем Вячеславович Артемов²

¹ ООО «Технология систем безопасности», Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ voronova_nataliy_20@mail.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

Аннотация. В современном обществе производство мебели занимает важное место. В процессе обработки материалов для изготовления мебели и мебельной фурнитуры применяются различные химические вещества, которые негативно влияют на окружающую среду. В работе рассмотрен алгоритм оценки количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ от линии сращивания на предприятии по производству мебели.

Ключевые слова: инвентаризация, нормирование, линия сращивания, загрязняющие вещества, латексные клеи

Для цитирования: Воронова Н. А., Артемов А. В. Особенности определения качественного и количественного состава выбросов линии сращивания при производстве мебели // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 116–121.

Original article

FEATURES OF DETERMINING THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF EMISSIONS OF SPLICING LINE IN FURNITURE PRODUCTION

Natalia A. Voronova¹, Artyom V. Artyomov²

¹ Technology of Security Systems LLC, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ voronova_nataliy_20@mail.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

Abstract. Furniture production occupies an important place in modern society. In the process of processing materials for the manufacture of furniture and furniture fittings, various chemicals are used that negatively affect the environment. The article considers an algorithm for estimating the quantitative and qualitative characteristics of pollutant emissions from a splicing line at a furniture manufacturing plant.

Keywords: inventory, rationing, splicing line, pollutants, latex adhesives

For citation: Voronova N. A., Artyomov A. V. (2025) Osobennosti opredeleniya kachestvennogo i kolichestvennogo sostava vybrosov linii srashchivaniya pri proizvodstve mebeli [Features of determining the qualitative and quantitative composition of emissions of splicing line in furniture production]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 116–121 (In Russ).

Хозяйствующие объекты, деятельность которых приводит к поступлению загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух, обязаны проводить инвентаризацию источников выбросов (ИЗАВ) с целью их нормирования.

Инвентаризация ИЗАВ осуществляется на основании ряда нормативных правовых документов, таких как Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ, Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ и приказ Минприроды России от 19.11.2021 г. № 871.

В соответствии с указанным Приказом определение качественного и количественного состава выбросов из выявленных ИЗАВ осуществляется как с помощью инструментальных, так и расчетных методов.

Использование инструментальных методов инвентаризации обеспечивает более высокую достоверность в определении фактических количественных характеристик. В то же время расчетный метод, который является наиболее доступным, экономичным и простым, имеет ряд ограничений.

На предприятиях, занимающихся производством деревянной мебели, одним из ключевых производственных процессов является линия сращивания, предназначенная для соединения древесных заготовок.

Для соединения деревянных заготовок используются как механические, так и клеевые методы, однако наиболее распространенным является клеевой способ. Перед сращиванием с поверхности заготовок удаляются сучки и другие посторонние элементы, производится строгание и обрезка, что обеспечивает плотное прилегание деталей друг к другу. Далее на торцы наносится клеевой состав, после чего они прижимаются с определенным усилием и выдерживаются в течение времени, необходимого для застывания клея, что зависит от его свойств [1].

В мебельной промышленности широко используются вододисперсионные латексы (синтетический латекс). Латексный клей, основанный на водной (вододисперсионной) системе, представляет собой дисперсию синтетического или натурального латекса в воде. Этот клей состоит из мельчайших частиц латекса, равномерно распределенных в водной среде. При нанесении клея вода испаряется, а частицы латекса соединяются, формируя прочное и эластичное соединение [2].

Однако лаки и краски на водной дисперсии могут содержать незаполимеризовавшиеся и способные улетучиваться компоненты. Это может происходить из-за особенностей строения химических соединений или условий получения самой водной дисперсии [2].

При проведении инвентаризации инструментальным или расчетным методом необходимо учитывать номенклатуру и ассортимент клеевых составов, исходя из конкретного источника выделения (ИВ) ЗВ.

Целью данной работы было определить качественные и количественные характеристики выбросов от источников загрязнения на предприятии по производству мебели, в частности, на линии сращивания, где могут использоваться латексные клеи на водной (вододисперсионной) основе.

Применяемая расчетная методика для деревообрабатывающих предприятий «Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности» (НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2015 г.), согласно таблице Приложения 2.2.9, определяет количество незаполимеризованных и летучих компонентов в некоторых водных дисперсиях (табл. 1).

Таблица 1

Количество незаполимеризовавшихся и способных улетучиваться компонентов в некоторых водных дисперсиях

Виды дисперсий (латексов)	Мономеры и вредные выделения	Содержание, %
Поливинилацетатные (ПВА)	Винилацетат	Не более 0,5
Полиметилметакрилатные (ПММА)	Метакриловый эфир метакриловой кислоты	Не более 0,05
Дивинилстирольные (СКС-65ГП)	Дивинил, стирол	Не более 0,5
Полихлоропреновые (ЛНТ, Л-7)	Хлоропрен	Не более 2
Латекс наирит (Л-4)	Хлоропрен	Не более 0,3
Дивинилметакрилатные (ДММА-65-1ГП)	Дивинил, метакрилат, метакриловая кислота	Не более 0,3
Дивинилакрилонитрильные (СКН-40-1ГП)	Дивинил, акрилонитрил, метакриловая кислота	Не более 0,3 не более 0,5

На первоначальном этапе была выполнена классификация ЗВ по кодам и наименованиям согласно «Перечню и кодам веществ, загрязняющих атмосферный воздух» (НИИ «Атмосфера», НИИ «ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина», СПб., 2015). В табл. 2 представлены номенклатура ЗВ в зависимости от применяемого вида наиболее распространенных клеев.

Таблица 2

Классификация выделяемых ЗВ по кодам и наименованиям
в зависимости от клеевой основы

Виды дисперсий	Код, наименование ЗВ	Примеры марок клеев
ПВА	1213 Этенилацетат (Виниловый эфир уксусной кислоты; этениловый эфир уксусной кислоты; этениловый эфир этановой кислоты; этенилацетат, 1-ацетоксиэтилен)	Kleiberit, «Момент Столяр Супер»
ПММА	1232 Метил-2-метилпроп-2-еноат (Метиловый эфир метакриловой кислоты; метиловый эфир 2-метилакриловой кислоты; 2-(метоксикарбонил)проп-1-ен; метил-альфа-метилакрилат; метилпропилен-2-карбоксилат)	Tengyu TM506, Isoseal MS-245
СКС-65ГП	0503 Бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен; альфа, гамма-бутадиен; 1-метилаллен; биэтилен; дивинил; винилэтилен; бивинил) 0620 Этенилбензол (Винилбензол; фенилэтилен)	«Дивитекс», Movatex
ЛНТ, Л-7	0903 1,2,3-Трихлорпропан (Трихлорид аллил, глицерол трихлоргидрин)	Клей KLEY-BERG 152-И
Л-4	1,2,3-Трихлорпропан (Трихлорид аллил, глицерол трихлоргидрин)	Луч ЛТ 6014
ДММА-65-1ГП	1232 Метил-2-метилпроп-2-еноат (Метиловый эфир метакриловой кислоты; метиловый эфир 2-метилакриловой кислоты; 2-(метоксикарбонил)проп-1-ен; метил-альфа-метилакрилат; метилпропилен-2-карбоксилат). 1535 2-Метилпроп-2-еновая кислота (альфа-Метилакриловая кислота; пропиленкарбоновая кислота; 2-метилакриловая кислота; 2-метакриловая кислота)	Акрид
СКН-40-1ПТ	1232 Метил-2-метилпроп-2-еноат (Метиловый эфир метакриловой кислоты; метиловый эфир 2-метилакриловой кислоты; 2-(метоксикарбонил)проп-1-ен; метил-альфа-метилакрилат; метилпропилен-2-карбоксилат). 1535 2-Метилпроп-2-еновая кислота (альфа-Метилакриловая кислота; пропиленкарбоновая кислота; 2-метилакриловая кислота; 2-метакриловая кислота)	СКН/NBR БНКС

Далее представлен алгоритм выполнения расчетной инвентаризации в случае склеивания деревянных конструкций с помощью клея марки «Kleiberit». По паспортным данным, в состав клея входит поливинилацетат (см. табл. 2).

Согласно табл. 1, количество незаполимеризовавшихся и способных улетучиваться компонентов в поливинилацетатном ПВА составляет винилацетата (код 1213 *Этенилацетат*) – не более 0,5 %.

Исходными данными для расчета составляет:

- расход клея (A) – 2,27 кг/час, 5,750 кг/год;
- время непрерывной работы (t) – 10 мин;
- фонд рабочего времени (T) – 2534 ч/год.

Расчетный формулы:

- производительность: $P = A/T$;
- максимально разовый выброс с учетом осреднения за 20-минутный период, г/с: $M = P \times t/1200$, г/с;
- валовый выброс, т/год: $G = M \times T \times 3600 \times 10^{-6}$, т/год.

Расчет выбросов загрязняющих веществ:

- производительность: $P = 5750/2534 = 2,27$ кг/ч = 0,0006306 г/с;
- максимально разовый выброс: $M = 0,0006306 \times 600/1200 = 0,0003153$ г/с;
- валовый выброс: $G = 0,0003153 \times 2534 \times 3600 \times 10^{-6} = 0,002876$ т/год.

Расчет выбросов незаполимеризовавшегося этенилацетата /код 1213/:

- $M_{1213} = 0,0006306 \times 0,005 = 0,0000032$ г/с;
- $G_{1213} = 0,002876 \times 0,005 = 0,000014$ т/год.

Таким образом, предприятия по производству мебели имеют свой подход к идентификации ЗВ и выполнению расчетной инвентаризации технологических процессов по склеиванию конструкций.

В случае невозможности проведения расчетов по утвержденным методикам следует обратиться к материально-балансовому методу или осуществить лабораторные измерения, для этого требуются:

- паспорт на оборудование, материалы или изделия для определения состава, а также сертификат качества, если он доступен;
- информация о расходах, фонде рабочего времени и непрерывном времени работы данного оборудования или линии.

Возможно также применение санитарно-эпидемиологических заключений на продукцию, где установлена эмиссия (миграция) ЗВ в воздух рабочей зоны [3].

Список источников

1. Соколова Ю. А., Готлиб Е. М., Соколова А. Г. Латексные композиции строительного назначения // Academia. Архитектура и строительство. 2013. № 1. С. 118–119.

2. Факторы склеивания древесины / Н. С. Рудная, Т. Г. Бендерук, В. В. Боровик, А. Ф. Дерягина // E-Scio. 2019. № 8 (35). С. 128–131.

3. Артемов А. В., Якимова А. Б., Гарт М. С. Определение качественных и количественных показателей выбросов загрязняющих веществ от машин клеевого бесшвейного скрепления на предприятиях офсетной печати // Полиграфия: технология, оборудование, материалы : материалы XIII Международной научно-практической конференции (Омск, 17–18 мая 2022 года). Омск : Омский государственный технический университет, 2022. С. 184–189.

References

1. Sokolova Yu. A., Gottlieb E. M., Sokolova A. G. Latex compositions for construction purposes // Academia. Architecture and construction. 2013. № 1. P. 118–119. (In Russ).

2. Factors of wood gluing / N. S. Rudnaya, T. G. Benderuk, V. V. Borovik, A. F. Deryagina // E-Scio. 2019. № 8 (35). P. 128–131. (In Russ).

3. Artyomov A. V., Yakimova A. B., Garth M. S. Determination of qualitative and quantitative indicators of pollutant emissions from glue-free fastening machines at offset printing enterprises // Polygraphy: technology, equipment, materials : materials of the XIII International Scientific and Practical Conference (Omsk, May 17–18, 2022). Omsk : Omsk State Technical University, 2022. P. 184–189. (In Russ).

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРА

**Инна Геннадьевна Первова¹, Артем Вячеславович Артемов²,
Анна Михайловна Антонова³, Татьяна Сергеевна Чемезова⁴**

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ pervovaig@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ ann21022000@gmail.ru

⁴ motanya01@bk.ru

Аннотация. В работе рассмотрены методы переработки отходов лесопильного производства во вторичное сырье для использования в экономически востребованных направлениях. Выбрана оптимальная технология переработки отходов деревоперерабатывающего предприятия, расположенного в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра.

Ключевые слова: деревообработка, древесные отходы, утилизация, сжигание, пиролиз

Для цитирования: Выбор оптимальной технологии переработки отходов лесного комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югра / И. Г. Первова, А. В. Артемов, А. М. Антонова, Т. С. Чемезова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 122–127.

CHOOSING THE OPTIMAL TECHNOLOGY FOR WASTE RECYCLING FROM THE FOREST COMPLEX OF THE KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA

Inna G. Pervova¹, Artyom V. Artyomov², Anna M. Antonova³,
Tatiana S. Chemezova⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ pervovaig@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ ann21022000@gmail.ru

⁴ motanya01@bk.ru

Abstract. The article considers methods of recycling sawing production waste into secondary raw materials for use in economically demanded directions. The optimal technology for recycling waste from a wood processing plant located in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra has been selected.

Keywords: woodworking, wood waste, utilization, incineration, pyrolysis

For citation: Vybor optimal'noj tekhnologii pererabotki othodov lesnogo kompleksa Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugra [Choosing the optimal technology for waste recycling from the forest complex of the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra] / I. G. Pervova, A. V. Artyomov, A. M. Antonova, T. S. Chemezova // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 122–127 (In Russ).

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – (ХМАО-Югра) является крупным производителем древесины, что приводит к образованию внушительных объемов отходов деревоперерабатывающих производств, и, следовательно, создает напряженную экологическую обстановку. Для снижения негативного влияния отходов лесопильного производства на окружающую среду необходимо обеспечить комплексную переработку древесных отходов, учитывающую специфику местных условий, состав и характеристику отходов, что позволит повысить эффективность переработки и снизить экологические риски.

Вид древесины влияет на состав отходов. В лесах ХМАО-Югра преобладают хвойные породы деревьев (80,01 %): сосна обыкновенная, ель, кедр, пихта, лиственница. Наибольшую площадь занимают сосновые леса (45,5 %), затем следует кедр (21,6 %) и береза (14,7 %) [1].

Отходы, образующиеся в процессе переработки древесины, включают в себя опилки, древесную стружку, кору, обрезки древесины и другие побочные продукты. Каждый из этих видов отходов имеет свои характеристики, которые необходимо учитывать при разработке технологий их переработки.

Древесное сырье содержит органические вещества: лигнин – 21,2...30,1 %, целлюлозу – 45,8...58,3 % (таблица), которые способствуют гумусообразованию в почве, а также минеральные вещества (фосфор, калий, азот, углерод).

Химический состав древесины, %

Порода	Целлюлоза	Лигнин
Сосна	51,9	28,2
Ель	58,3	29,0
Листваница	45,8	29,5
Пихта	48,0	29,9
Кедр	50,0	30,1

Компосты из коры, опилок, стружки и мелкой фракции щепы являются естественным органическим удобрением, обладают способностью удерживать в почве влагу и питательные вещества, способствуют аэрации почвы. Для компостирования частицы древесины должны быть не более 10 мм [2].

Стружка, как и опилки, требует особого подхода к переработке, поскольку ее свойства зависят от типа древесины. Предварительно отходы должны быть очищены от присутствия бытовых отходов, так как существует опасность загрязнения почвы тяжелыми металлами и другими опасными химическими элементами, а также болезнетворными, в том числе инфекционными, бактериями.

Сжигание древесных отходов, как метод утилизации, имеет свои недостатки и преимущества. Сжигание позволяет сократить количество отходов и одновременно используется для выработки энергии или тепла, однако сопровождается выбросами вредных загрязняющих веществ, в том числе углекислого газа и твердых частиц.

Пиролиз и газификация относятся к термическим методам переработки древесной биомассы. Пиролиз осуществляется при высоких температурах и ограниченном доступе воздуха либо его полном отсутствии [3].

В процессе переработки древесных отходов методом пиролиза образуются ценные продукты: пиролизный газ, биоуголь, жидкое топливо, которые можно использовать в различных сферах промышленности и энергетики. При газификации образуется синтез-газ, который также можно использовать в качестве топлива.

Эти процессы сопровождаются минимальным загрязнением воздуха, поскольку проходят в бескислородной среде. Следует отметить, что установки требуют высокого уровня технического обслуживания и квалифицированного персонала. Строительство установок требует значительных капиталовложений, что ограничивает массовое внедрение технологии.

Гидролиз и биохимическая переработка относятся к химическим технологиям переработки. Заводы по производству целлюлозы и бумаги используют древесные отходы в качестве источника сырья для производства целлюлозы и бумаги. При биохимической переработке древесные отходы обрабатываются ферментами или микроорганизмами, что приводит к их разложению на биогаз, органические кислоты или другие полезные продукты.

Однако химическая переработка древесины способствует возникновению целого ряда экологических проблем на предприятиях, связанных со значительным потреблением свежей воды, образованием и сбрасыванием значительного количества загрязненных сточных вод.

Затраты на строительство очистных сооружений достигают 20...25 % общих затрат на строительство целлюлозных заводов [4].

Заводы по производству целлюлозы и бумаги в ближайшей местности отсутствуют.

Механическая переработка представляет собой измельчение крупных древесных отходов на более мелкие компоненты, которые затем используются для создания ДСП, МДФ и пр.

Этот процесс не только снижает количество отходов, но и обеспечивает ценными материалами строительную промышленность. Рыночный спрос на такие продукты является важнейшим фактором, определяющим целесообразность применения механической переработки как метода утилизации.

Важно отметить, что обрезки древесины могут содержать остатки клея или других химических веществ, поэтому требуется дополнительная чистка перед переработкой.

Сейчас в Югорском ЛПК работает множество предприятий первичной обработки и несколько крупных предприятий более углубленной переработки, производящих фанеру, ДСП, ДВП, МДФ (ООО «Югра-плит», АО «Завод МДФ» и пр.).

Топливные брикеты – экологически чистое топливо из сухих опилок всех пород древесины, а также других растительных отходов. Брикеты не включают в себя никаких вредных веществ и примесей [5].

Переработанное в брикет сырье значительно уменьшается в объеме, что позволяет в несколько раз снизить расходы на хранение и транспортировку. В основе технологии производства древесных топливных брикетов лежит процесс прессования опилок под высоким давлением при нагревании. Связующим веществом является лигнин, содержащийся в клетках растений.

Для повышения эффективности работы предприятий лесного комплекса ХМАО-Югра целесообразно создать региональный центр по переработке древесных отходов. Этот центр будет отвечать за координацию процессов сбора, переработки и распределения вторичного древесного сырья. Данная инициатива не только оптимизирует логистические процессы, но и привлечет дополнительные инвестиции в сферу переработки древесных отходов, что, в свою очередь, поспособствует созданию новых рабочих мест и устойчивому развитию региона.

На основе анализа представленных технологий предлагается разработать рекомендации для предприятий лесного комплекса и региональных властей по созданию эффективной системы управления древесными отходами. Реализация предложенных мероприятий может значительно улучшить экологическую ситуацию в ХМАО-Югра и послужить примером для других регионов, сталкивающихся с аналогичными вопросами в области обращения с древесными отходами.

Список источников

1. Соколов С. Н. Оценка лесных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 3. С. 25–31.
2. Кислицына С. Н., Шитова И. Ю. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности. Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016. 140 с.
3. Тарасов С. М., Кононов Г. Н. Комплексная химическая переработка древесины. Технология лесохимических и гидролизных производств : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 18.03.01, 18.04.01. М. : Московский государственный университет леса, 2016. 122 с.
4. Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А. Комплексная химическая переработка древесины : учебное пособие. СПб., 2016. 74 с.
5. Утилизация отходов деревоперерабатывающих предприятий Республики Саха (Якутия) в топливные брикеты / Л. А. Николаева, С. Н. Попов, О. Н. Буренина, Т. М. Соловьев // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9, № 6. С. 56.

References

1. Sokolov S. N. Assessment of forest resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Samara Region: problems of regional and global ecology. 2018. Vol. 27, № 3. P. 25–31. (In Russ).

2. Kislitsyna S. N., Shitova I. Yu. Methods of recycling waste from the woodworking industry. Penza : Penza State University of Architecture and Construction, 2016. 140 p. (In Russ).

3. Tarasov S. M., Kononov G. N. Complex chemical processing of wood. Technology of forest chemical and hydrolysis industries : educational and methodological guide for students of the field of 18.03.01, 18.04.01. M. : Moscow State University of Forests, 2016. 122 p. (In Russ).

4. Terentyeva E. P., Udovenko N. K., Pavlova E. A. Complex chemical processing of wood : textbook. St. Petersburg, 2016. 74 p. (In Russ).

5. Utilization of waste from wood processing enterprises of the Republic of Sakha (Yakutia) in fuel briquettes / L. A. Nikolaeva, S. N. Popov, O. N. Burenina, T. M. Soloviev // Online journal of Science Studies. 2017. Vol. 9, № 6. P. 56. (In Russ).

**ПОДХОД ПЕРЕВОДА РУКОПИСНЫХ ЗАПИСЕЙ
В ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОРМАТ В ПРОЦЕДУРЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

**Ю. В. Сахаров¹, А. В. Самусенко², Я. А. Лешукова, А. О. Ярцев⁴,
А. В. Артемов⁵**

¹ ООО «ВИЗ-Сталь», Екатеринбург, Россия

^{2, 3, 4, 5} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Юрий Викторович Сахаров,
ishadow104@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрен вопрос перевода рукописных данных в электронный формат. Предлагается применение на предприятиях лесного комплекса при выполнении работ, связанных с инструментальными исследованиями качества воздуха по физическим и химическим факторам.

Ключевые слова: производственно-экологический контроль, лесоперерабатывающий и деревообрабатывающий комплекс, рукописный ввод, OCR-программы, электронный формат

Для цитирования: Подход перевода рукописных записей в электронный формат в процедуре производственно-экологического контроля на предприятиях лесного комплекса / Ю. В. Сахаров, А. В. Самусенко, Я. А. Лешукова [и др.] // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 128–134.

THE HANDWRITTEN NOTES TRANSFER APPROACH IN ELECTRONIC FORMAT IN THE PROCEDURE OF INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL CONTROL AT FORESTRY COMPLEX ENTERPRISES

Yuriy V. Sakharov¹, Alexey V. Samusenko², Yana A. Leshukova³, Alexander O. Yartsev⁴, Artyom V. Artyomov⁵

¹ VIZ-Steel LLC, Ekaterinburg, Russia

^{2, 3, 4, 5} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

Corresponding author: Yuriy Viktorovich Sakharov, ishadow104@gmail.com

Abstract. The article considers the issue of transferring handwritten data into an electronic format. It is proposed to use it at forestry complex enterprises when performing work related to instrumental research of air quality by physical and chemical factors.

Keywords: industrial and environmental control, timber processing and woodworking complex, handwriting, OCR programs, electronic format

For citation: Podhod perevoda rukopisnih zapisey v elektronniy format v prosedure proizvodstvenno-ekologicheskogo kontrolya na predpriyatiyah lesnogo kompleksa [The handwritten notes transfer approach in electronic format in the procedure of industrial and environmental control at forestry complex enterprises] / Yu. V. Sakharov, A. V. Samusenko, Ya. A. Leshukova [et al.] // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 128–134. (In Russ).

На предприятиях лесного комплекса, согласно действующему природоохранному законодательству, необходимо осуществление производственно-экологического контроля (ПЭК).

Организация ПЭК охватывает большое количество аспектов воздействия на окружающую природную среду: химическое и физическое воздействие на атмосферный воздух, которое реализуется в программах контроля качества атмосферного воздуха путем натурных исследований (замеров). Проведение натурных исследований по различным факторам воздействия представляет собой один из этапов реализации программы ПЭК. Это также включает подготовку отчетной документации и выполнение работ по нормированию опасных производственных факторов, а также установление производственно-хозяйственных нормативов.

В процессе проведения натурных исследований, помимо непосредственных измерений, необходимо также оформление соответствующих

сопроводительных документов, таких как акты отбора проб и приложения к актам измерений. В полевых условиях эти документы зачастую заполняются сотрудниками лаборатории вручную и затем передаются в исследовательскую лабораторию в том виде, который представлен на рисунке.

Заполненные документы часто выглядят неаккуратно (мнутся, пачкаются), их трудно распознать. Из-за неаккуратного почерка и низкого качества пишущих инструментов записи трудно прочесть (см. рисунок).

Все это может негативно сказаться на оперативности обработки информации, а также на правильности интерпретации результатов отбора проб, что, в свою очередь, приводит к искажению окончательных результатов исследований. Такие искажения могут иметь экономические последствия для предприятия, включая необоснованно высокую оплату за негативное воздействие на окружающую среду, а также штрафы за несоблюдение санитарно-гигиенических норм [1].

Измерения проведены / пробы отобраны:

№ ист.*	Наименование производства, источник выброса*	ГОУ*, место отбора (измерения)	Определяемая характеристика*	№ проб (изме- рений)	Кол-во проб (изме- рений)/ опред.	Время отбора/ изме- рения, часы/мин	Режим работы*
0005	Теплогенератор Финский, Райновский с. Райновское ул. Молодежная, 71	газотоп	NO _x , SO ₂ , CO, Бенз(а)пирен	900- 911	12/ 178	06:00-10:57	24 часа
0008	Котельная, котел №2 Финский, Райновский с. Райновское ул. Молодежная, 71	газотоп труба	NO _x , SO ₂ , CO, Бенз(а)пирен	912- 923	12/ 178	09:50-13:00	24 часа
1	Котельная Финский, Райновский с. Райновское ул. Молодежная, 71	газотоп труба	NO _x , SO ₂ , CO, Бенз(а)пирен	924- 935	12/ 178	14:01-17:00	24 часа

* - по данным предприятия

Характеристики источника выбросы указаны в Приложении №1 на 3 листах.

Выкопировка акта измерений и отбора проб в «рукописном» варианте (пример)

Перевод рукописных записей в электронный формат является важным элементом цифровизации, который упрощает работу с данными, делая их более доступными и безопасными, существенно экономя время. Электронный формат записи позволяет быстрее искать, редактировать, копировать и передавать информацию, а также эффективно хранить данные, минимизируя риск их потери или повреждения.

Одним из ключевых преимуществ ведения цифровых записей является возможность хранения больших объемов данных без физического пространства, что особенно важно в условиях удаленной работы [2]. Кроме того, электронный формат способствует повышению безопасности данных, используя пароли, шифрование и регулярные резервные копии.

Существует несколько методов перевода записей в электронный формат, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Рукописный ввод текста – это распространенный способ, но требующий много времени и подходящий для небольших объемов данных.

OCR-технология, в свою очередь, является методом, позволяющим быстро преобразовывать изображения текста в редактируемый формат, но точность зависит от качества изображения и используемой программы, такие как мобильные приложения CamScanner и Microsoft Lens [3].

Каждый метод имеет свои особенности, выбор которого зависит от объема данных и требуемой точности. В табл. 1 представлены общие характеристики методов обработки информации.

Таблица 1

Общие характеристики методов ввода информации

Метод	Преимущества	Недостатки
Ввод по средствам клавиатуры	Высокая точность, контроль за процессом	Много времени, трудоемкость
Сканирование с использованием OCR	Быстрое преобразование больших объемов данных, автоматизация	Ошибки распознавания, зависимость от качества изображения
Мобильные приложения для OCR	Удобство, доступность на мобильных устройствах	Зависимость от качества камеры, ограниченная точность

Перевод рукописных записей в электронный формат сталкивается с рядом трудностей, которые влияют на качество, точность и скорость работы. Одна из ключевых проблем – низкая точность распознавания рукописного текста, что может быть вызвано нечетким почерком или плохим качеством изображений. Чтобы повысить точность, можно использовать контекстную и грамматическую информацию, например, искать целые слова в словаре легче, чем анализировать отдельные символы. Также полезно применять постобработку оцифрованного текста. Она может улучшить качество документа на 10 % и более [4].

Качество сканированных изображений критически важно, так как низкое разрешение или дефекты на бумаге могут увеличить вероятность ошибок при распознавании. Чтобы решить эту проблему, нужно использовать высококачественные сканеры и настроить параметры так, чтобы получать четкие изображения. В табл. 2 приведены методы решения возможных проблем при использовании OCR-систем.

Таблица 2

Методы решения вероятных проблем при использовании OCR-систем

Проблема	Описание	Решение
Ошибки распознавания (OCR)	Низкая точность при распознавании текста, особенно рукописного	Улучшение качества изображений, использование более точных OCR-систем, корректировка текста после распознавания
Качество исходных изображений	Низкое разрешение, искажения или загрязнения на изображении	Использование качественных сканеров и настройка параметров сканирования для получения четких изображений
Нестандартные или неразборчивые шрифты	Рукописные записи с нестандартными шрифтами могут быть плохо распознаны	Ручной ввод текста или использование сочетания OCR и корректировки человеком
Проблемы с форматированием (таблицы, диаграммы)	Трудности при переводе сложных элементов, таких как таблицы и диаграммы	Использование специализированных программ для работы с форматированием и таблицами
Низкая скорость обработки данных	Долгое время, необходимое для обработки больших объемов информации	Использование специализированных сервисов для массового сканирования и распознавания

С развитием технологий, таких как улучшенные OCR-системы и мобильные приложения, процесс стал более эффективным и точным. Правильный выбор инструментов и методов помогает минимизировать ошибки и ускорить цифровизацию данных. В табл. 3 представлены инструменты и их преимущества и недостатки наиболее распространенных OCR-программ [5].

Таблица 3

Преимущества и недостатки некоторых OCR-программ

Инструмент	Тип	Преимущества	Недостатки
ABBYY FineReader	Программа для OCR	Высокая точность распознавания, поддержка различных форматов	Стоимость, требует установки на ПК
Adobe Acrobat Pro	Программа для OCR	Отличная работа с PDF-документами, поддержка редактирования и OCR	Высокая стоимость, ограниченная функциональность в бесплатной версии
Google Keep	Мобильное приложение	Удобство для создания и распознавания заметок на ходу	Зависимость от качества камеры, ограничения по функционалу

Электронные записи облегчают организацию хранения и ускоряют рабочие процессы, особенно в крупных организациях. Электронный формат записей поможет рационализировать и оптимизировать ряд процедур ПЭК для предприятий лесного комплекса, например, при выполнении измерении физических и химических факторов.

Список источников

1. Ершова А. С., Артемов А. В., Горлова Е. А. Характеристики термического обезвреживания растительных отходов (на примере борщевика Сосновского) // Химия и химическая технология: достижения и перспективы : материалы I Международной VII Всероссийской конференции. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2025. С. 501.1–501.5.
2. Бурсиан Е. Ю. Алгоритм распознавания чертежных рукописных символов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 7. С. 8–11.
3. Platt J. C. Fast training support vector machines using sequential minimal optimization // Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning. 1999. P. 185–208.
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / пер. с англ. и ред. А. Г. Сивака. М. [и др.] : Вильямс, 2003. 287 с.
5. Advantages and Disadvantages of Optical character Reader (OCR) // tutorialspoint.com : [сайт]. URL: <https://clk.li/jali> (дата обращения: 05.06.2025).

References

1. Yershova A. S., Artyomov A. V., Gorlova E. A. Characteristics of thermal neutralization of plant waste (on the example of Sosnovsky hogweed) // Chemistry and chemical technology: achievements and prospects : materials of the I International VII All-Russian Conference. Kemerovo : Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev, 2025. P. 501.1–501.5. (In Russ).
2. Bursian E. Yu. Algorithm for recognizing handwritten drawing characters // News of higher education institutions. Instrument engineering. 2008. Vol. 51, No. 7. P. 8–11. (In Russ).
3. Platt J. C. Fast training support vector machines using sequential minimal optimization // Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning. 1999. P. 185–208. (In Russ).
4. Callan R. Basic concepts of neural networks / trans. from English and ed. by A. G. Sivak. M. [et al.] : Williams, 2003. 287 p. (In Russ).
5. Advantages and disadvantages of optical OCR character recognition // tutorialspoint.com : [website]. URL: <https://clk.li/jali> (date of accessed: 05.06.2025).

Сведения об авторах

Юрий Викторович Сахаров, ishadow104@gmail.com;
Алексей Владимирович Самусенко, soap-dish@inbox.ru;
Яна Алексеевна Лешукова, Lyubimova_97@mail.ru;
Александр Олегович Ярцев, yarcev17@inbox.ru;
Артем Вячеславович Артемов, кандидат технических наук, доцент,
artemovav@m.usfeu.ru.

Information about the authors

Yuriy V. Sakharov, ishadow104@gmail.com;
Alexey V. Samusenko, soap-dish@inbox.ru;
Yana A. Leshukova, Lyubimova_97@mail.ru;
Alexander O. Yartsev, yarcev17@inbox.ru;
Artyom V. Artyomov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
artemovav@m.usfeu.ru.

**ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ФАКТОРОВ ПРИ КОНТРОЛЕ УСЛОВИЙ ТРУДА
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

Георгий Владиславович Чумарный¹, Юрий Викторович Сахаров²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ chumarnyigv@m.usfeu.ru

² ishadow104@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы автоматизации измерения физических и химических факторов в деревообработке, включая использование датчиков и систем мониторинга для повышения безопасности и качества продукции. Выделен ряд направлений по улучшению контроля производственных факторов. Обсуждается роль автоматизации в оценке условий труда и снижении рисков профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: автоматизация, деревообработка, измерение факторов, безопасность

Для цитирования: Чумарный Г. В., Сахаров Ю. В. Перспективы автоматизации процессов измерения физических и химических производственных факторов при контроле условий труда в деревообработке // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 135–139.

Original article

**PROSPECTS FOR AUTOMATION OF MEASUREMENT PROCESSES
OF PHYSICAL AND CHEMICAL PRODUCTION FACTORS IN THE
CONTROL OF WORKING CONDITIONS IN WOODWORKING**

Georgiy V. Chumarny¹, Yuriy V. Sakharov²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ chumarnyigv@m.usfeu.ru

² ishadow104@gmail.com

Abstract. The article considers the prospects for automation of measurement of physical and chemical factors in woodworking, including the use of sensors and monitoring systems to improve product safety and quality. A number of directions have been identified to improve the control of production factors. The role of automation in assessing working conditions and reducing the risks of occupational diseases is discussed.

Keywords: automation, woodworking, factor measurement, safety

For citation: Chumarny G. V., Sakharov Yu. V. (2025) Perspektivy avtomatizatsii processov izmereniya fizicheskikh i himicheskikh proizvodstvennykh faktorov pri kontrole uslovij truda v derevoobrabotke [Prospects for automation of measurement processes of physical and chemical production factors in the control of working conditions in woodworking]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 135–139. (In Russ).

Деревообработка является комплексом технологических процессов, направленных на изготовление древесных материалов в готовую продукцию или полуфабрикаты. В обычной практике данные процессы включают распиловку, строгание, фрезерование, сверление и шлифовку.

Наиболее актуально при таких процессах осуществлять контроль физических факторов, таких как температура, влажность, вибрация, давление и сила резания и т. п. Измерения происходят зачастую с задержками и низкой точностью. Кроме того, в процессе обработки древесины могут выделяться химические вещества – смолы, летучие органические соединения (ЛОС), формальдегид и другие вредные компоненты. Их концентрация контролируется редко или только при лабораторных исследованиях, что затрудняет своевременное выявление опасных условий труда. Все это ведет к повышенному риску для работников из-за недостаточного контроля условий труда и воздействия химических факторов и, как следствие, к снижению производительности и увеличению брака.

Современные технологии позволяют значительно повысить эффективность и безопасность процессов деревообработки за счет автоматизации измерений как физических, так и химических факторов, что позволяет оперативно отреагировать на негативную ситуацию.

Отметим существование проблемы оптимального выбора метода измерения: он зависит от конкретных задач производства. Основные факторы, которые необходимо учитывать при выборе метода измерения:

- требуемая точность измерений;
- необходимость непрерывного контроля;
- тип обрабатываемого материала;
- экономическая эффективность.

На предприятиях деревоперерабатывающих производств, с целью решения данной проблемы, представляется перспективным внедрение и развитие автоматизированных систем измерения факторов производственной среды (с использованием современных цифровых технологий).

Возможные направления по улучшению и автоматизации контроля физических и химических производственных факторов, связанные с применением конкретного оборудования, показаны ниже (таблица).

Направления по улучшению контроля производственных факторов

№	Направление улучшения	Применяющееся оборудование
1	Контроль условий хранения и обработки древесины	Датчики температуры и влажности с автоматической регистрацией данных
2	Постоянный мониторинг вибрации оборудования и рабочих мест	Вибромониторы и акселерометры
3	Измерение силы резания и давления в станках и оптимизации режимов обработки	Интеграция систем с помощью датчиков силы и давления
4	Отслеживание в реальном времени параметров оборудования и окружающей среды	Разработка систем сбора данных на базе IT
5	Определение формальдегида и других вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Сенсоры для определения концентрации летучих органических соединений (ЛОС)
6	Автоматизация системы визуального контроля качества продукции	Использование видеокамер и машинного обучения
7	Постоянный мониторинг уровня вредных веществ в воздухе на рабочем месте	Портативные или стационарные газоанализаторы
8	Оперативное предсказание возможных превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ	Внедрение систем предиктивного анализа данных

Мероприятия, осуществляемые в рамках этих направлений, позволяют не только повысить точность измерений физических и химических факторов, но и обеспечить постоянный мониторинг состояния безопасности трудовой деятельности. Это способствует снижению риска профессиональных заболеваний, связанных с воздействием вредных веществ, а также повышает качество продукции за счет контроля условий, при которых осуществляется производственный процесс.

Следует также отметить перспективы применения автоматизации при проведении процедуры СОУТ (специальной оценки условий труда) работников с целью выявления вредных факторов и определения их уровня опасности. В этом контексте автоматизация измерений физических и химических факторов способствует более точной и объективной оценке условий

труда. В отличие от ручных методов, автоматизированные системы обеспечивают непрерывный сбор данных о температуре, влажности, вибрации, а также о концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны – ЛОС: формальдегиде и других химикатах. Это позволяет своевременно реагировать на превышения ПДК, также снижая риск профессиональных заболеваний работников.

Перспективы автоматизации процессов измерения физических и химических факторов в деревообработке открывают широкие возможности для повышения эффективности производства, улучшения условий труда и снижения рисков профессиональных заболеваний. Внедрение современных датчиков температуры, влажности, вибрации, а также газоанализаторов позволяет перейти от ручных методов к непрерывному мониторингу параметров окружающей среды и оборудования [1]. Это не только способствует более точной оценке условий труда в рамках СОУТ, но также обеспечивает своевременное реагирование на превышения ПДК вредных веществ. В будущем развитие технологий IT, машинного обучения и интеграции систем управления позволит создать полностью автоматизированные производственные цепочки с высоким уровнем безопасности и качества продукции.

Можно заключить, что:

- внедрение современных технологий в деревообработку, таких как автоматизация и цифровизация, кардинально меняет подходы к организации производственной деятельности. Эти изменения не только способствуют повышению эффективности производства продукции, но и ставят сложные задачи перед разработчиками систем измерения и мониторинга производственных факторов;
- автоматизация процессов измерения физических и химических факторов тесно связана с задачами СОУТ: она делает оценку более точной, оперативной и основанной на объективных данных. Это способствует созданию безопасных условий труда в деревообрабатывающих предприятиях за счет постоянного мониторинга всех важных параметров;
- в условиях динамично меняющегося рынка компании внедряющие современные технологии получают явное преимущество и могут успешно конкурировать на глобальном уровне.

Таким образом, будущее деревообработки будет определяться не только традиционными методами, но и инновациями, которые помогут отрасли развиваться и адаптироваться к новым вызовам [2].

Список источников

1. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: <https://clk.li/RrFq> (дата обращения: 13.06.2025).
2. Блохин М. А., Гаврюшина Н. Т., Сиротов А. В. Автоматизация и роботизация технологии лесопиления : учебное пособие / под ред. С. С. Гаврюшина. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. 72 с.

References

1. On Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population : Federal Law dated 30.03.1999 № 52-FL (latest edition) // ConsultantPlus : [website]. URL: <https://clk.li/RrFq> (date of accessed: 13.06.2025).
2. Blokhin M. A., Gavryushina N. T., Sirotoy A. V. Automation and robotization of sawmilling technology : textbook / ed. by S. S. Gavryushin. M. : Bauman Moscow State Technical University, 2020. 72 p. (In Russ).

**ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

**PROBLEMS OF VOCATIONAL EDUCATION
AND ENGINEERING IN WOODWORKING**

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МАШИНИСТОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА

Виктор Вячеславович Иванов¹, Егор Николаевич Азанов², Кирилл Дмитриевич Лоозе³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ ivanovvv@m.usfeu.ru

² school45azanoveg@gmail.com

³ kirilllooze@mail.ru

Аннотация. В статье изложены результаты хронометражного наблюдения за производительностью труда опытного машиниста лесозаготовительной машины и группы начинающих машинистов на тренажерах-симуляторах харвестера компаний Komatsu Forest и John Deere.

Ключевые слова: производительность труда, машинист лесозаготовительной машины, тренажер-симулятор

Для цитирования: Иванов В. В., Азанов Е. Н., Лоозе К. Д. Оценка влияния квалификации машинистов лесозаготовительных машин на производительность труда // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 141–144.

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE QUALIFICATION OF FORESTRY MACHINE OPERATORS ON LABOR PRODUCTIVITY

Viktor V. Ivanov¹, Egor N. Azanov², Kirill D. Looze³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ ivanovvv@m.usfeu.ru

² school45azanoveg@gmail.com

³ kirilllooze@mail.ru

Abstract. The article presents the results of time-based monitoring of the labor productivity of an experienced forestry machine operator and a group of novice operators on harvester simulators from Komatsu Forest and John Deere.

Keywords: labor productivity, machinist of forestry machine, training simulator

For citation: Ivanov V. V., Azanov E. N., Looze K. D. (2025) Otsenka vliyaniya kvalifikatsii mashinistov lesozagotovitel'nykh mashin na proizvoditel'nost' truda [Assessment of the impact of the qualification of forestry machine operators on labor productivity]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 141–144. (In Russ).

Одним из основных направлений повышения эффективности работы лесопромышленного предприятия является внедрение нового оборудования и технологий [1]. При реализации данного направления необходимо уделять особое внимание процессу изучения и управления производительностью труда.

Производительность труда зависит от множества факторов, однако непосредственное влияние на нее оказывает уровень квалификации рабочих. Чем выше профессиональное мастерство работников, тем больше их выработка.

Целью работы является оценка влияния квалификации опытного и начинающих машинистов лесозаготовительных машин на производительность труда с использованием тренажеров-симуляторов компаний Komatsu Forest и John Deere.

С целью получения стохастических данных, на протяжении 2017–2025 гг. в рамках проводимых практических занятий на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства по дисциплинам «Заготовка древесины и других лесных ресурсов», «Современные технологии в лесопромышленном комплексе» и «Системы управления комплектами машин для заготовки древесины» со студентами и магистрантами УГЛУТУ направления подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль – «Инженерное дело в лесопромышленном комплексе» и 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль – «Инженерное управление в лесопромышленном комплексе», а также студентами Уральского лесотехнического колледжа направления подготовки «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», специальность 35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство» проводились хронометражные наблюдения за работой опытного и начинающих машинистов лесозаготовительных машин.

На используемых тренажерах-симуляторах был выбран сценарий работы харвестера Mixed Forest, при котором в течение 60 мин фиксировались производительность труда и количество обработанных деревьев. В качестве технологической схемы работы харвестера был рассмотрен вариант с разработкой волока по середине пасеки [2].

Основные результаты хронометражных наблюдений за работой машинистов представлены на рисунке и в таблице.

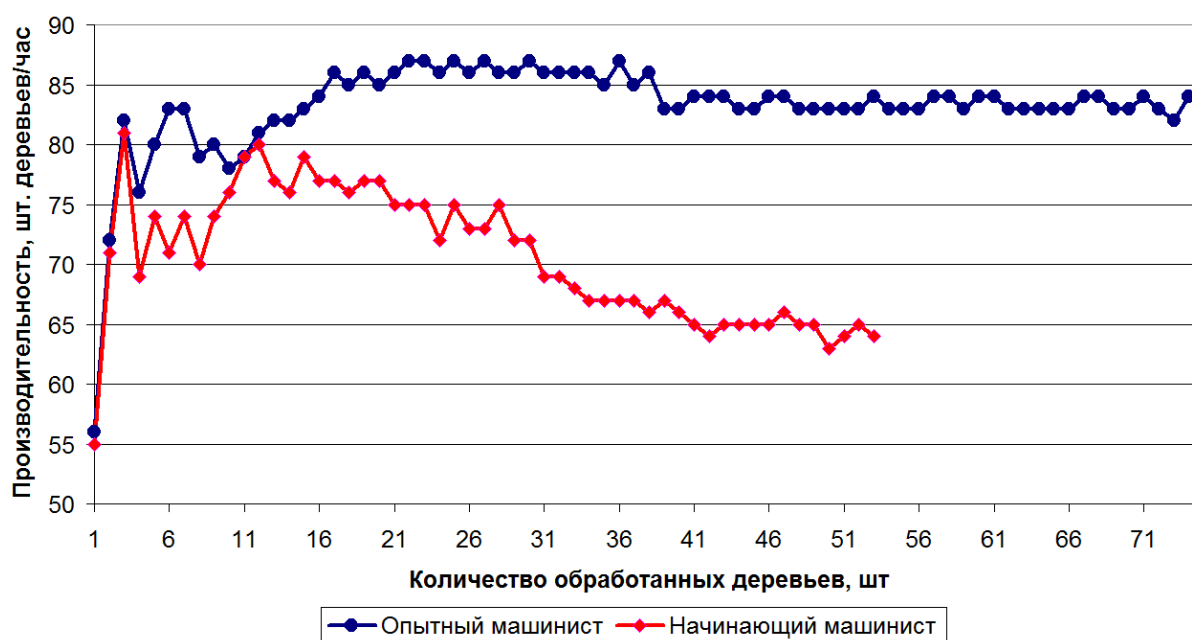


График изменения производительности труда машинистов лесозаготовительных машин в процессе их работы

Основные показатели работы машинистов лесозаготовительных машин

Уровень подготовки машиниста	Время работы, мин	Период выработки, мин	Количество обработанных деревьев, шт	Объем заготовленной древесины, м ³
Опытный	60	9,18	74	36,03
Начинающий		28,55	58	24,52

Анализ и сравнение полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что даже владея основами управления харвестера, начинающий машинист, в отличие от опытного, имеет более низкую выработку за одинаковый промежуток времени.

Опытный машинист с высоким уровнем квалификации в рассматриваемый период времени поддерживал свою производительность труда без существенных колебаний. В то же время из-за недостаточной квалификации начинающий машинист совершал ошибочные действия, в результате которых увеличивалось время цикла обработки дерева и постепенно снижалась производительность труда до определенного уровня – уровня развития умений и навыков работы на харвестере.

Для более детального изучения вопросов оценки влияния квалификации машинистов лесозаготовительных машин на производительность труда дальнейшая работа будет проводиться с использованием харвестера Silvatec Sleipner 8266 TH на учебно-образовательном полигоне кафедры ТОЛП (УУОЛ УГЛУТУ, п. Северка) и электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан-ЭЭГР-19/26».

Список источников

1. Чуваева А. И., Алашкевич Ю. Д., Лукин В. А. Техническое перевооружение как основной фактор эффективного развития предприятий лесопромышленного комплекса : монография. Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнева, 2011. 118 с.
2. Сортиментная заготовка древесины : учебное пособие / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. М. : ИНФРА-М, 2021. 144 с.

References

1. Chuvaeva A. I., Alashkevich Yu. D., Lukin V. A. Technical re-equipment as the main factor in the effective development of enterprises of the forest industry complex : monograph. Krasnoyarsk : Siberian State University named after Academician M. F. Reshetnev, 2011. 118 p. (In Russ).
2. Cut-to-length of wood : textbook / V. A. Azarenok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, A. V. Mekhrentsev. M. : INFRA-M, 2021. 144 p. (In Russ).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

**Владимир Викторович Побединский¹, Андрей Вениаминович
Мехренцев², Сергей Петрович Санников³**

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ pobedinskii@m.usfeu.ru

² mehrentsevav@m.usfeu.ru

³ sannikovsp@m.usfeu.ru

Аннотация. Проведен анализ развития деревообрабатывающих технологий. Для эксплуатации высокотехнологичного оборудования необходимы соответствующие специалисты. Спрогнозированы требования к компетенциям выпускников вузов. В стране сложился дефицит необходимых кадров. Отмечен зарубежный опыт обучения вновь принятых работников в течение нескольких месяцев на курсах повышения квалификации. Изложен опыт организации подобных курсов компанией «Свеза» совместно с УГЛТУ и показана перспектива дальнейшего развития этого направления.

Ключевые слова: повышения квалификации, деревообрабатывающие предприятия, учебное оборудование, автоматизация технологических процессов

Для цитирования: Побединский В. В., Мехренцев А. В., Санников С. П. Перспективы повышения квалификации специалистов предприятий деревообрабатывающей отрасли // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 145–151.

PROSPECTS FOR ADVANCED TRAINING SPECIALISTS OF WOODWORKING INDUSTRY ENTERPRISES

Vladimir V. Pobedinsky¹, Andrey V. Mekhrentsev², Sergey P. Sannikov³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ pobedinskii@m.usfeu.ru

² mekhrentsevav@m.usfeu.ru

³ sannikovsp@m.usfeu.ru

Abstract. The analysis of woodworking technology development is conducted. The relevant specialists are required for operation of high-tech equipment. The requirements for the competencies of university graduates are predicted. The country has a shortage of necessary personnel. Foreign experience of training newly hired workers for several months in advanced training courses is noted. The experience of organizing such courses by “Sveza” company together with USFEU is presented and the prospects for further development of this direction are shown.

Keywords: advanced training, woodworking enterprises, training equipment, automation of technological processes

For citation: Pobedinsky V. V., Mekhrentsev A. V., Sannikov S. P. (2025) Perspektivy povysheniya kvalifikatsii specialistov predpriyatij derevoobrabatyvayushchej otrasli [Prospects for advanced training specialists of woodworking industry enterprises]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 145–151. (In Russ).

В настоящее время человечество вступило в период 4-й технологической революции. Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) – новый подход к производству, основанный на массовом внедрении информационных технологий в промышленность, автоматизации бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта.

Индустрия 4.0 – это переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг.

Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) – новый подход к производству, основанный на массовом внедрении информационных технологий в промышленность, автоматизации бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта [1, 2].

Термин «Индустрия 4.0» появился в 2011 г. в Германии. Он обозначал умные заводы – те предприятия, где внедряют цифровые технологии.

Индустрия 4.0 имеет потенциал изменить не только экономику и систему отношений между людьми, но и даже повлиять на то, что значит быть человеком, т. к. она предполагает массовое внедрение искусственного интеллекта, роботизацию, интернет вещей, био- и нейротехнологий и других направлений.

В ходе промышленных революций происходит смена эпох. Первые три революции составили эпоху материального капитала, а четвертая революция открыла эпоху интеллектуального капитала. Более детализированные схемы четырех революций приведены на рис. 1.

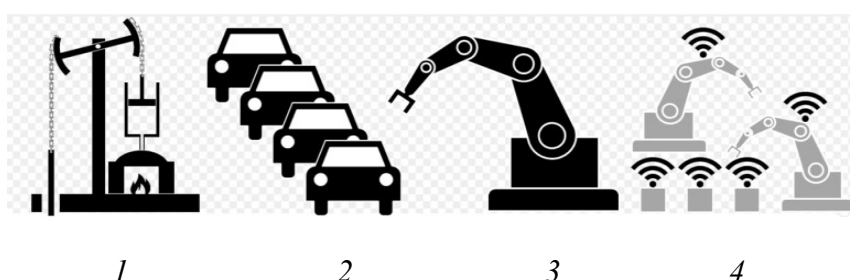


Рис. 1. Схема четырех последовательных промышленных революций:
1 – механизация, гидроэнергия, паровая машина; 2 – электричество, конвейер, поточное производство; 3 – компьютер и автоматизация;
4 – киберфизическая система

Влияние современных тенденций на сферу образования

Для сферы образования в РФ будут наиболее важными следующие целевые показатели на период с 2024 г. – это кратное увеличение специалистов по искусственному интеллекту, число которых сегодня в России составляет 4,5 тыс. (для сравнения в Китае около 17 тыс., а в США более 30 тыс.). Также обучение планируется углубить на всех уровнях образования, в том числе в школах, внедрив в программу тематические модули и олимпиады. В утвержденной стратегии РФ планируется до 2030 г. обеспечить ВУзам не менее 30 тыс. выпускников специалистов по ИИ, а также увеличить число специалистов с учеными степенями по профилю ИИ.

Последние три года резко возросшие потребности ВПК покрывались за счет кадров из других отраслей с использованием «революции зарплат». Появился острый дефицит практически всех ключевых специальностей. Тенденция не только для технических, но и для любых других направлений. Следует сказать, что такая тенденция общемировая и наблюдается практически во всех развитых странах, в США на оборонных предприятиях, в Западной Европе и даже в Китае.

В то же время известен зарубежный опыт принимать на работу практически любого работника и прогонять его в течение нескольких месяцев

по курсам повышения квалификации, получая в итоге специалиста с нужными компетенциями. Эта тенденция особенно на фоне катастрофического снижения качества образования после перехода на Болонскую систему получила развитие и в РФ.

Влияние современных тенденций на деревообрабатывающую отрасль

Поскольку массовое внедрение цифровизации не обошло и деревообрабатывающую отрасль, то за последние десятилетия в деревообработке произошли коренные изменения на базе внедрения современного высокотехнологичного оборудования и технологий. Автоматизация технологических процессов и производств, роботизация позволили не только повысить эффективность производства, но и принципиально изменили подход к проектированию лесо- и деревообрабатывающего оборудования, технологий переработки древесины. Таким образом, будущее развитие деревообработки будет определяться в первую очередь не традиционными методами, а средствами автоматизации. Если еще учитывать современные тенденции, то и средствами интеллектуального автоматического управления.

Таким образом, как и везде в мире, в лесном секторе также происходят большие преобразования. А наибольшие изменения, совершенствования ДО производств происходят благодаря массовому использованию средств автоматизации. При этом надо отметить функциональное назначение как интеллектуальных средств, так и средств автоматического регулирования. В системах интеллектуального автоматического управления интеллектуальные системы аналогично классическим системам на базе ПИД-регуляторов, получая информацию об объекте регулирования, вырабатывают управляющий сигнал для исполнительного органа (гидро-, пневмопривода, шагового электродвигателя и др.). Таким образом, все, что связано с темой искусственного интеллекта, неразрывно и в полной мере относится и к области автоматического управления процессами и производствами. Следовательно, задача, поставленная правительством перед ВУЗами о выпуске 30 тыс. специалистов по ИИ, требует уточнения и должна звучать как «специалистов по интеллектуальному автоматическому управлению».

Все перечисленное достаточно убедительно показывает сложность и широту знаний, необходимых для проектирования и эксплуатации подобной техники на производстве. Однако здесь возникает еще одна современная проблема социального плана – катастрофический дефицит кадров.

Например, для специальностей КИПиА знания, которыми еще 10–15 лет назад обладали кадры инженерных специальностей, на сегодня требуются от работников рабочих специальностей.

Такая проблема не только в РФ, но и общемировая. В США, например, дефицит специалистов решают не путем навязывания ВУЗам от Министерства образования «целевиков» (Д. Трамп подписал указ о начале ликвидации Министерства образования США [3]), проводя любого принятого в штат выпускника через несколько специализированных программ курсов повышения квалификации. В результате предприятие получает специалистов требуемой квалификации.

Убедительным примером реальной ситуации в деревообрабатывающем секторе РФ является одно из ведущих предприятий – компания «Свеза» [4], которое оснащенное современным оборудованием (рис. 2) и столкнулось со всеми перечисленными выше проблемами. Удаленность от крупных городов осложняет кадровую проблему, поэтому единственным выходом является подготовка своих специалистов силами профильных ВУЗов.



Рис. 2. Автоматическая линия производства шпона, оснащенная интеллектуальной системой машинного зрения [4]

Компания «Свеза» совместно с Уральским государственным лесотехническим университетом профинансировала организацию учебного класса и оснащение его оборудованием, соответствующим специальности «Автоматизация производственных процессов».

В отношении оснащенности класса следует указать еще одно благо, которое обеспечило курс на импортозамещение и нейтрализацию западных санкций. На рынке появились фирмы, которые изготавливают практически любые учебные стенды по функциональным возможностям и дизайну, не уступающие мировому уровню [5]. На рис. 3 показан пример одного из стендов «Лабораторная установка по изучению автоматических систем управления и промышленной автоматики модель АСУ-ПА1». Стенд предусмотрен для установки в учебном классе компании «Свеза», а проведение учебных занятий будет выполняться преподавателями УГЛТУ.



Рис. 3. Учебный стенд модели АСУ-ПА1 [5]

Именно такая схема взаимодействия представляется наиболее перспективной и удобной во всех отношениях как для производства, бизнеса, так и для сферы образования.

В заключение можно отметить следующее:

1. В ходе 4-й промышленной революции главная роль возложена на технологии искусственного интеллекта. Но в практике следует рассматривать ИИ не как обособленное, а неразрывно связанное с автоматикой, следовательно, уточняя, в сфере образования нужно представлять эту область как «интеллектуальное автоматическое управление».

2. На фоне общего снижения качества образования и одновременно резко возросших требований к уровню знаний одним из эффективных средств для экономики страны, а также для деревообрабатывающей отрасли является развитие направления повышения квалификации.

3. Для решения кадровой проблемы в деревообрабатывающей отрасли является перспективным объединение усилий предприятий и ВУЗов: создание совместных учебных лабораторий и классов для проведения курсов повышения квалификации своих специалистов.

Список источников

1. Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад департамента корпоративного обучения Московской школы управления СКОЛКОВО [Электронный ресурс]. 2018. 108 с. URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/09/cifrovoe-proizvodstvo0318.pdf (дата обращения: 07.04.2025).

2. Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. Гл. 2. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения // CompMechLab : [сайт]. URL: <http://fea.ru/news/6721> (дата обращения: 07.04.2025).

3. Трамп подписал указ о закрытии Минобразования США в окружении школьников // РБК : [сайт]. URL: <https://clk.li/aAjQ> (дата обращения: 07.04.2025).

4. «Свеза»: Природа прогресса // СВЕЗА : [сайт]. URL: <https://sveza.ru/> (дата обращения: 06.06.2025).

5. Лабораторная установка по изучению автоматических систем управления и промышленной автоматике // Measlab : [сайт]. URL: https://measlab.ru/catalog/stands/elektrotehnika-i-energetika/laboratornaya-ustanovka-po-izucheniyu-avtomaticheskikh-sistem-upravleniya-i-promyshlennoy-avtomatiki/?sphrase_id=5816 (дата обращения: 06.06.2025).

References

1. Digital production. Methods, ecosystems, technologies. Working report of the Corporate Training Department of the Moscow School of Management SKOLKOVO [Electronic resource]. 2018. 108 p. URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/09/cifrovoe-proizvodstvo0318.pdf (date of accessed: 07.04.2025).

2. Digital production. Methods, ecosystems, technologies. Head 2. A new paradigm of digital design and modeling of globally competitive products of a new generation // CompMechLab : [website]. URL: <http://fea.ru/news/6721> (date of accessed: 07.04.2025).

3. Trump signed a decree on the closure of the US Department of Education surrounded by schoolchildren // RBC : [website]. URL: <https://clk.li/aAjQ> (date of accessed: 07.04.2025).

4. “Sveza”: Nature of progress // SVEZA : [website]. URL: <https://sveza.ru/> (date of accessed: 06.06.2025).

5. Laboratory setup for studying automatic control systems and industrial automation // Measlab : [website]. URL: https://measlab.ru/catalog/stands/elektrotehnika-i-energetika/laboratornaya-ustanovka-po-izucheniyu-avtomaticheskikh-sistem-upravleniya-i-promyshlennoy-avtomatiki/?sphrase_id=5816 (date of accessed: 06.06.2025).

РАЗРАБОТКА И ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНОГО УЧЕБНОГО КУРСА «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ»

Наталья Александровна Тарбеева¹, Ольга Анатольевна Рублева²

^{1, 2} Вятский государственный университет, Киров, Россия

¹ nataly.ntar534@yandex.ru

² rubleva@vyatsu.ru

Аннотация. С целью подготовки в магистратуре высококвалифицированных кадров с широким профессиональным кругозором в сфере деревообработки ведется разработка интегративного учебного курса «Специальные технологии обработки древесины». Особенностью курса будут являться краткие, но емкие учебные материалы и большой объем творческих лабораторных работ.

Ключевые слова: деревообработка, специальные технологии, магистратура, учебный курс

Благодарности: публикация осуществляется в рамках проекта «Разработка интегративного учебного курса «Специальные технологии обработки древесины», реализуемого победителем грантового конкурса для преподавателей 2024/2025 Стипендиальной программы Владимира Потанина.

Для цитирования: Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Разработка и особенности внедрения интегративного учебного курса «Специальные технологии обработки древесины» // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 152–156.

Original article

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION FEATURES OF THE INTEGRATIVE EDUCATION COURSE “SPECIAL WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES”

Natalya A. Tarbeeva¹, Olga A. Rubleva²

^{1, 2} Vyatka State University, Kirov, Russia

¹ nataly.ntar534@yandex.ru

² rubleva@vyatsu.ru

Abstract. In order to prepare highly qualified personnel with a broad professional outlook in the field of woodworking in the Master's degree program, an integrated education course “Special Wood Processing Technologies” is being developed. The course will feature short but comprehensive education materials and a large volume of creative laboratory work.

Keywords: woodworking, special technologies, master's degree program, education course

Acknowledgment: the publication is carried out within the framework of the project “Development of an integrated education course “Special wood processing technologies”, implemented by the winner of the grant competition for teachers 2024/2025 of the Vladimir Potanin Scholarship Program.

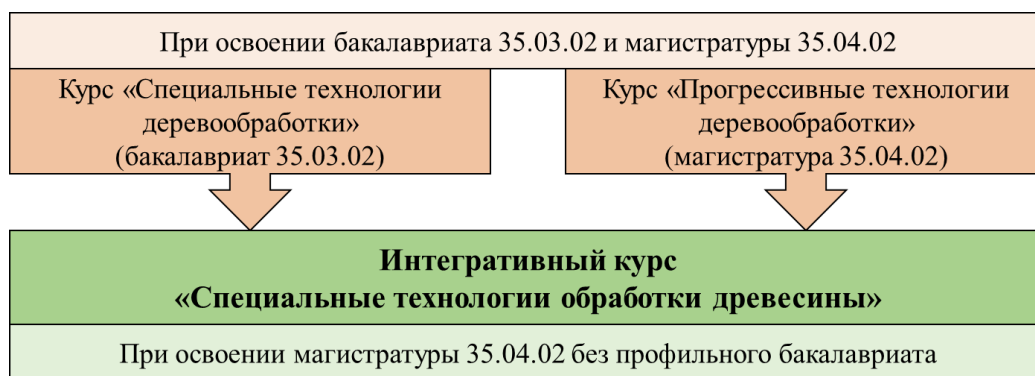
For citation: Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. (2025) Razrabotka i osobennosti vnedreniya integrativnogo uchebnogo kursa “Spetsialnye tehnologii obrabotki drevesiny” [Development and implementation features of the integrative education course “Special wood processing technologies”]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 152–156. (In Russ).

В Вятском государственном университете реализуется программа магистратуры по направлению 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». Данная программа является единственной в Кировской области образовательной программой высшего образования, готовящей кадров для деревообрабатывающей промышленности региона. Программа ориентирована на обучение магистрантов с непрофильным базовым образованием (машиностроение, технология художественной обработки материалов, техносферная безопасность, химия, микробиология, юриспруденция, лингвистика, история и др.).

Обучение студентов ведется по модульной системе с помощью проектной методики [1]. Ядро образовательной программы составляют дисциплины, предполагающие получение фундаментальных знаний, необходимых специалистам деревообрабатывающих предприятий разного профиля (например, «Древесиноведение и физика древесины», «Технологии деревоперерабатывающих производств», «Тепловая обработка и модифицирование древесины», «Теория и технология склеивания древесины» и др.). Но формирование высококвалифицированного специалиста невозможно только за счет освоения базовых знаний. Для широкого и всестороннего развития личности человека и специалиста необходимо наличие в образовательной программе дополнительных дисциплин, отвечающих за расширение профессионального кругозора, формирование творческих (изобретательских) компетенций. Для решения этих задач в настоящее время ведется

разработка учебного курса «Специальные технологии обработки древесины», начало реализации которого запланировано на осенний семестр 2025–2026 учебного года. Курс будет направлен на изучение на обзорном уровне специальных технологий обработки древесины, достаточно редких существующих, например, на уровне ремесла, несущих в себе историческую ценность, а также наиболее прогрессивных, находящихся в разработке в настоящее время.

Ранее при реализации магистратуры 35.04.02 совместно с профильным бакалавриатом 35.03.02 задача по расширению профессионального кругозора обучающихся решалась комплексно (рисунок). В бакалавриате студенты знакомились со специальными технологиями обработки древесины. Далее, в магистратуре они углубляли и расширяли свои знания в курсе «Прогрессивные технологии деревообработки». Сейчас при отсутствии профильного бакалавриата курс «Прогрессивные технологии деревообработки» оказался «вырванным» из ранее существовавшей логической цепочки, что создало предпосылки его трансформации в новый интегративный курс, основанный на объединении существовавших. Разрабатываемый курс не только объединит существующие курсы, но и будет доработан, актуализирован и адаптирован под имеющиеся особенности контингента обучающихся.



Основание для разработки интегративного курса

В настоящее время разработана рабочая программа дисциплины. Объем интегративного курса составляет 34 ч очных занятий: 2 ч лекций, 16 ч практических и 16 ч лабораторных работ.

Содержание курса включает разделы, связанные с изучением специальных технологий:

- раскрытия древесных материалов;
- сушки и модифицирования древесины;
- отделки и облагораживания поверхности древесины;
- реставрации изделий из древесины и древесных материалов.

Основной акцент в курсе сделан на практические и лабораторные работы, с помощью которых студенты смогут углубиться в специальные технологии обработки древесины (например, изучить технику резьбы, маркетри, браширования) и в лабораторных условиях реализовать отдельные этапы этих технологий. Ряд занятий будет посвящен особенностям встраивания технологий специальной обработки древесины в типовые технологические процессы. С учетом этого дисциплина «Специальные технологии обработки древесины» введена в 3 учебный семестр, когда обучающиеся уже освоили базовые знания по основным технологиям деревообрабатывающих производств и имеют представление о применяемом оборудовании.

Основной трудностью разработки, внедрения и реализации интегративного курса в настоящее время является отсутствие единого литературного источника научно-технической информации. В качестве основы для разработки учебно-методических материалов по курсу используется разрозненная информация из материалов патентов, научных статей, диссертаций и монографий. В этой связи первоочередной задачей при разработке и внедрении курса является разработка и издание единого учебного пособия, соответствующего рабочей программе дисциплины и адаптированного под базу знаний обучающихся магистрантов с непрофильным образованием.

Ввиду того, что не все приемы специальных технологий обработки древесины имеется возможность реализовать в лабораторных условиях, их изучение планируется за счет просмотра и анализа видеоматериалов. С этой целью ведется формирование банка видеоматериалов, которые можно будет использовать в качестве обучающих материалов. Планируется, что в процесс формирования данного банка будут вовлечены студенты. Это позволит повысить их мотивацию и заинтересованность в изучении дисциплины.

Таким образом, разрабатываемый и готовящийся к внедрению учебный курс «Прогрессивные технологии обработки древесины» будет способствовать формированию у магистрантов дополнительных компетенций и творческого мышления. Отдельные темы курса, а также планируемые для издания пособия могут быть полезными широкой аудитории, в том числе специалистам в сфере деревообработки, творческим людям, иным студентам и школьникам. В целом курс позволит одновременно решать образовательную и воспитательную задачи – знакомить обучающихся со специальными технологиями обработки древесины и формировать у них чувство преемственности и ответственности за сохранение уникального технологического наследия.

Список источников

1. Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Методика проектного обучения технологии деревообработки магистрантов с непрофильным базовым образованием // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XIX Международного евразийского симпозиума 18–20 сентября 2024 года. Екатеринбург, 2024. С. 197–202.

References

1. Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. Methods of project-based education in woodworking technology for master's degree students with non-core basic education // Woodworking: technologies, equipment, management of the 21st century : proceedings of the XIX International Eurasian Symposium, September 18–20, 2024. Ekaterinburg, 2024. P. 197–202. (In Russ).

ЛЕСОЗАГОТОВКИ БУДУЩЕГО: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ОТРАСЛЕВЫХ ДИСЦИПЛИН И ТЕХНОЛОГ ИЛИ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Сергей Борисович Якимович

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,
Россия

yakimovichsb@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлена сравнительная оценка применения искусственного интеллекта (ИИ), в частности Гигачат и Chat GPT, как возможного заменителя профессионального преподавателя и инженера лесозаготовительной отрасли при решении задач индивидуализированных производств будущего в лесном комплексе. Указаны достоинства и недостатки. Определены возможности и области применения ИИ.

Ключевые слова: лесозаготовки будущего, преподавание и решение отраслевых задач оптимизации, искусственный интеллект

Для цитирования: Якимович С. Б. Лесозаготовки будущего: профессиональный преподаватель отраслевых дисциплин и технолог или искусственный интеллект // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 157–163.

Original article

TIMBER CUTTING OF THE FUTURE: PROFESSIONAL TEACHER OF INDUSTRY DISCIPLINES AND TECHNOLOGIST OR ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sergey B. Yakimovich

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

yakimovichsb@m.usfeu.ru

Abstract. A comparative assessment of the use of artificial intelligence (AI), in particular Gigachat and Chat GPT, as a possible substitute for a professional teacher and an engineer in the timber cutting industry in solving the tasks of individualized industries of the future in the forestry complex is presented. The advantages and disadvantages are indicated. The possibilities and applications of AI have been determined.

Keywords: timber cutting of the future, teaching and solving industry optimization problems, artificial intelligence

For citation: Yakimovich S. B. (2025) Lesozagotovki budushchego: professional'nyj преподаvatel' otraslevykh disciplin i tekhnolog ili iskusstvennyj intellekt [Timber cutting of the future: professional teacher of industry disciplines and technologist or artificial intelligence]. Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025 P. 157–163. (In Russ).

Актуальность темы обусловлена развитием фабрик будущего [1]: «Цифровые» и «Умные» (цифровое, умное производство, цифровой двойник лесосеки и пр. для виртуальных испытаний и автоматизация подстройки под особенности производства и индивидуализации с сохранением эффективности серийного производства, предполагающими применимость искусственного интеллекта).

Известно применение различных форм информационных технологий в производстве и образовании [2, 3], в том числе и искусственного интеллекта [4, 5]. Часть концепции умного производства лесопромышленного комплекса докладывалась при решении портфеля задач многопрофильного холдинга «СВЕЗА» и на XV Евразийском экономическом форуме [6] в виде совокупности математических моделей и цифровых двойников [7, 8]. Однако весьма дискуссионным является вопрос возможности замены нейросетями профессионального преподавателя, ученого и специалиста производства. Полная замена искусственным интеллектом или ИИ – достаточно хороший инструмент для повышения качества и производительности обучения и производства?

Ответ на этот вопрос рассмотрим на примере элемента фабрик будущего [1] – постановки и решения распределительной отраслевой задачи линейного программирования, как наиболее простой модели оптимизации и цифрового двойника для виртуальных испытаний, с последующим применением в умном производстве. Формулировка запроса (промт-инженерия) разрабатывалась на основе общеизвестных рекомендаций и рассчитывалась на базовые знания колледжа. Для сравнительных оценок использованы нейросети Гигачат [9] и Chat GPT 4 [10].

Запрос имел следующий вид: «Ты профессиональный преподаватель технологических дисциплин. Разработай методику и объясни обучаемым, как решить алгебраически задачу линейного программирования распределения 4-х ресурсов и оптимизации выпуска продукции для двух переменных. Обучаемые – колледж, третий курс технологической специальности. Покажи пример. Стиль изложения – разговорный».

Ответ Гигачат представлен на рис. 1.

Ребята, сейчас разберемся, как решать задачи линейного программирования. Представьте себе, что у нас есть два продукта, которые мы производим, и четыре ресурса, которые тратятся на их производство. Нужно так распределить эти ресурсы, чтобы получить максимум прибыли от продажи наших продуктов. Вот как это делается.

Шаг 1: Постановка задачи

Допустим, у нас есть два типа продукции: X_1 и X_2 . Мы хотим максимизировать прибыль, которую получаем от производства этих товаров. Прибыль от одной единицы товара X_1 составляет C_1 рублей, а от товара X_2 — C_2 рублей. Наша цель — найти такие количества X_1 и X_2 , чтобы наша общая прибыль была максимальной.

Прибыль выражается формулой:

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2.$$

Но тут важно помнить, что у нас есть ограничения по ресурсам. Допустим, на один товар X_1 уходит a_{11} единиц первого ресурса, a_{21} второго ресурса и так далее. Аналогично для товара X_2 . То есть у нас есть такие ограничения:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \leq R_1, \quad a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \leq R_2, \quad a_{31}X_1 + a_{32}X_2 \leq R_3, \quad a_{41}X_1 + a_{42}X_2 \leq R_4, \quad X_1, X_2 \geq 0.$$

Где R_i — это доступные объемы ресурсов.

Шаг 2: Построение геометрического представления

Чтобы лучше понять задачу, давайте представим её графически. Каждый ресурс можно представить прямой линией на графике, где ось X соответствует количеству X_1 , а ось Y — количеству X_2 . Все эти линии вместе образуют область допустимых значений, то есть такую зону, где выполняются все наши ограничения. Эта зона называется областью допустимых решений (ОДР).

Теперь, наша цель — найти точку в области допустимых решений, которая даст нам максимальную прибыль. Линии прибыли будут параллельными прямыми, идущими через эту область. Чем дальше линия идет вправо вверх, тем больше прибыль. Задача сводится к поиску такой точки, где одна из этих линий пересекается с границей ОДР.

Шаг 3: Симплекс-метод

Теперь перейдем к решению нашей задачи. Самый популярный способ — это симплекс-метод. Давайте посмотрим, как он работает.

- Начальная таблица.** Сначала составляем таблицу, куда записываем все наши данные: коэффициенты из уравнений и целевые значения ресурсов.
- Поиск ведущей строки и столбца.** Чтобы начать работу, находим строку с самым большим отрицательным числом в строке оценок. Это поможет выбрать, какую переменную включить в наше решение.
- Пересчет таблицы.** Теперь делаем арифметические операции, чтобы привести нашу таблицу к удобному виду, когда выбранная нами переменная становится базовой.
- Повторение процесса.** Продолжаем пересчитывать таблицу, пока не получим оптимальное решение, то есть такое, где все оценки станут положительными.

Пример

Давайте решим конкретную задачу. Предположим, что у нас есть два товара X_1 и X_2 , и мы хотим максимизировать прибыль, равную $Z = 3X_1 + 2X_2$. Ресурсы распределяются так:

$$2X_1 + X_2 \leq 10, \quad X_1 + 2X_2 \leq 8, \quad X_1, X_2 \geq 0.$$

Сначала введем дополнительные переменные s_1 и s_2 , чтобы преобразовать неравенства в равенства:

$$2X_1 + X_2 + s_1 = 10, \quad X_1 + 2X_2 + s_2 = 8.$$

Теперь начнем строить таблицу для симплекс-метода:

Базис	X_1	X_2	s_1	s_2	Правая часть
Z	-3	-2	0	0	0
s_1	2	1	1	0	10
s_2	1	2	0	1	8

Мы видим, что в строке Z есть отрицательные числа, значит, можем улучшить решение. Делаем пересчеты... После нескольких итераций получаем итоговую таблицу:

Базис	X_1	X_2	s_1	s_2	Правая часть
Z	0	0	7/4	1/4	23
s_1	0	0	1	-1	6
s_2	1	0	-1	1	4
X_2	0	1	1/2	1/2	3

Это и есть наше оптимальное решение! Получается, что для максимального дохода нам нужно производить 4 единицы товара X_1 и 3 единицы товара X_2 . Максимальная прибыль составит 23 рубля.

Вот так, ребята, решается задача линейного программирования. Надеюсь, теперь стало понятнее, как использовать этот мощный инструмент для планирования производства!

Рис. 1. Экранная копия текста ответа от Гигачат на запрос

Ответ Chat GPT 4 представлен на рис. 2.

Привет, ребята! Сегодня мы разберем, как решать задачу линейного программирования с четырьмя ресурсами и двумя переменными. Не переживайте, мы все сделаем шаг за шагом, а я помогу вам разобраться в каждом пункте.

Итак, начнем с примера. Допустим, у нас есть компания, которая производит два продукта: продукт А и продукт В. Для их производства нужны различные ресурсы.

Вот что у нас есть:

Ресурсы:

1. Ресурс X (например, материал)
2. Ресурс Y (например, трудозатраты)
3. Ресурс Z (например, энергия)
4. Ресурс W (например, упаковка)

Условия:

- Для производства 1 единицы продукта А нам нужно:
 - 2 единицы ресурса X
 - 1 единица ресурса Y
 - 3 единицы ресурса Z
 - 1 единица ресурса W
- Для продукта В:
 - 1 единица ресурса X
 - 2 единицы ресурса Y
 - 1 единица ресурса Z
 - 2 единицы ресурса W

Доступные ресурсы:

- Всего у нас есть 100 единиц ресурса X
- 80 единиц ресурса Y
- 120 единиц ресурса Z
- 50 единиц ресурса W

Теперь давайте обозначим количество производимого продукта А как x , а продукта В как y . Наша задача — максимизировать прибыль, скажем, прибыль от продаж:

- 40 единиц прибыли за продукт А
- 30 единиц прибыли за продукт В.

В итоге мы хотим максимизировать функцию:
 $\text{Maximize } Z = 40x + 30y$

Теперь определим ограничения:

1. $2x + 1y \leq 100$ (ресурс X)
2. $1x + 2y \leq 80$ (ресурс Y)
3. $3x + 1y \leq 120$ (ресурс Z)
4. $1x + 2y \leq 50$ (ресурс W)

И, конечно, не забываем о том, что x и y должны быть неотрицательными:
 $x \geq 0$
 $y \geq 0$

Теперь всё готово для решения задачи!

Шаг 1: Запишите ограничения на графике.

- Начертите оси и обозначьте области, соответствующие каждому ограничению. Найдите точки пересечения этих линий. Это и будет ваша область допустимых решений.

Шаг 2: Определите вершины области.

- Найдите точки, где ограничивающие линии пересекаются. Эти точки будут вашими кандидатами для нахождения максимальной прибыли.

Шаг 3: Вычислите значения функции прибыли.

- Для каждой из найденных вершин подставьте значения x и y в целевую функцию $Z = 40x + 30y$.

Шаг 4: Найдите максимум.

- Сравните значения Z для всех вершин и выберите максимальное.

Вот так, ребята, на простом примере, вы научились решать задачу линейного программирования! Если есть вопросы или что-то непонятно, не стесняйтесь спрашивать!

Рис. 2. Экранная копия текста ответа от Chat GPT 4 на запрос

Сравнительная оценка пояснений для обучаемых уровня средней школы фиксирует факт неспособности рассмотренных нейросетей обеспечить уровень восприятия и понимания обучаемыми сути постановок и решения отраслевых задач линейного программирования, как это, например, излагается в учебнике [11]. Следовательно, необходимы введение понятий и полное изложение алгоритма с раскрытием каждого его шага. Отметим, что Гигачат выглядит более профессионально, поскольку привел пример симплекс-метода, но без методических пояснений.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Искусственный интеллект может быть использован лишь как вспомогательный инструмент при решении отраслевых задач оптимизации. Обязательно требуется проверка на предмет недостоверной информации по специальным дисциплинам и ее критическое осмысление.

2. Использование его в различных приложениях производств будущего возможно лишь при реализации рутинных операций. Замена профессионала в лице человека искусственным интеллектом на текущей стадии нейрогенеза невозможна.

Список источников

1. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> (дата обращения: 28.06.2025).

2. Якимович С. Б. Мультимедиа информационная среда как средство самообучения // Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, докторантов, аспирантов, сотрудников МарГТУ, 27–31 мая 1996 года. Ч. 2. МарГТУ, 1996. С. 102–104.

3. Якимович С. Б. Самостоятельная работа: применение Интранет и гипермедиа технологий в изучении дисциплин лесного дела // Научно-методическая деятельность вуза : материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава МарГТУ. Йошкар-Ола : МарГТУ, 1999. С. 91–95.

4. 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.

5. Якимович С. Б. Практика применения искусственного интеллекта как аналога лекций вдвоем // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XIX Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 18–20 сентября 2024 года). Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2024. С. 203–210.

6. Кейс-чемпионат по проектам технологических инноваций цифрового суверенитета в промышленности // Eurasia-forum.ru : [сайт]. URL: <https://clk.li/vheX> (дата обращения: 28.06.2025).

7. Логистика сухопутно-водных маршрутов движения древесины на примере ООО «РЕЙД» ПРИКАМЬЯ / С. Б. Якимович, Ю. В. Лукин, А. В. Мякотников, Е. О. Кузьмин // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XVI Международной научно-технической конференции (Екатеринбург, 23 апреля 2025 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 217–223.

8. Аяшева В. Д., Кузьмин Е. О., Якимович С. Б. Оптимизация вылета манипулятора и ширины пасаки по критерию свертки «производительность – доля сохранности подроста и почв» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 7–17 апреля 2025 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 55–59.

9. GigaChat – русскоязычная нейросеть от Сбера : [сайт]. URL: <https://giga.chat/gigachat/agents/> (дата обращения: 15.06.2025).

10. Чат бот GPT + Midjourney Adapter in Telegram (@gpts_support). URL: <https://chatgpt4rus.ru/> (дата обращения: 15.06.2025).

11. Редькин А. К., Якимович С. Б. Математическое моделирование и оптимизация технологий лесозаготовок : учебник для вузов. М. : Московский государственный университет леса, 2005. 504 с.

References

1. GOST R 57700.37–2021. Computer models and modeling. Digital counterparts of products. General provisions [Electronic resource]. Introduced on 01.01.2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> (date of accessed: 28.06.2025).

2. Yakimovich S. B. Multimedia information environment as a means of self-learning // Materials of the scientific conference of the faculty, doctoral students, postgraduates, and staff of MSTU, May 27–31, 1996. Part 2. MarSTU, 1996. P. 102–104. (In Russ).

3. Yakimovich S. B. Independent work: the use of Intranet and hypermedia technologies in the study of forestry disciplines // Scientific and methodological activity of the university : materials of the scientific and practical conference of the professor-teacher. Yoshkar-Ola : MarSTU, 1999. P. 91–95. (In Russ).

4. Yakimovich S. B. Digitalization of education and production of the timber industry // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : proceedings of the XVI International Eurasian Symposium (Ekaterinburg, September 21–24, 2021). Ekaterinburg : USFEU, 2021. P. 69–73. (In Russ).

5. Yakimovich S. B. The practice of using artificial intelligence as an analogue of lectures for two // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : proceedings of the XIX International Eurasian Symposium (Ekaterinburg, September 18–20, 2024). Ekaterinburg : USFEU, 2024. P. 203–210. (In Russ).
6. Case Championship on Digital Sovereignty Technological Innovation Projects in Industry // Eurasia-forum.ru : [website]. URL: <https://clk.li/vheX> (date of accessed: 28.06.2025).
7. Logistics of land-water timber routes using the example of RAID LLC in the Kama Region / S. B. Yakimovich, Yu. V. Lukin, A. V. Myakotnikov, E. O. Kuzmin // Effective response to modern challenges, taking into account the interaction of man and nature, man and technology : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference (Ekaterinburg, April 23, 2025). Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 217–223. (In Russ).
8. Ayasheva V. D., Kuzmin E. O., Yakimovich S. B. Optimization of manipulator departure and apiary width according to the convolution criterion “productivity is the proportion of undergrowth and soil safety” // Scientific creativity of youth to the Russian forest complex : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference (Ekaterinburg, 7–17 April 2025). Ekaterinburg : USFEU, 2025, P. 55–59. (In Russ).
9. GigaChat is a Russian – language neural network from Sberbank : [website]. URL: <https://giga.chat/gigachat/agents/> (date of accessed: 15.06.2025).
10. Chatbot GPT + Midjourney Adapter in Telegram (@gpts_support). URL: <https://chatgpt4rus.ru/> (date of accessed: 15.06.2025).
11. Redkin A. K., Yakimovich S. B. Mathematical modeling and optimization of logging technologies : textbook for universities. M. : Moscow State University of Forests, 2005. 504 p. (In Russ).

Научное издание

**ДЕРЕВООБРАБОТКА:
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ,
МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА**

Материалы XX Международного евразийского симпозиума
13–15 октября 2025 г.

Редакторы: З. Р. Картавцева, П. С. Фенина
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано к использованию 22.09.2025.
Уч.-изд. л. 10,28. Объем 5,05 Мб.
Тираж 500 экз. (1-й завод 14 экз.)
Заказ № 8166

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.