

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»  
(УГЛТУ)

# **ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции  
с международным участием,  
посвященной 70-летию Почетного работника  
высшего образования,  
Заслуженного лесоведа России  
**Залесова Сергея Вениаминовича**

Екатеринбург  
2023

УДК 630.624(063)  
ББК 43.9я43  
О-62

#### **Члены оргкомитета:**

В. В. Фомин, проректор по научной работе и инновационной деятельности (председатель оргкомитета); А. Г. Магасумова, начальник управления научно-инновационной деятельностью (зам. председателя); А. А. Мартынюк, А. Ю. Кулагин, И. В. Петрова, Е. Ю. Лаврик, Н. П. Бунькова, К. А. Башегуров (секретарь)

О-62      **Оптимизация лесопользования** : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию Почетного работника высшего образования, Заслуженного лесоведа России Залесова Сергея Вениаминовича ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. – 366 с.

ISBN 978-5-94984-884-5

Сборник материалов конференции включает широкий перечень статей, посвященных оптимизации лесопользования. Приведенные статьи расширяют современные знания по вопросам лесоводственной эффективности рубок спелых и перестойных насаждений, лесовосстановления, лесоразведения и ухода за лесом. Большое внимание уделено также вопросам лесной селекции, озеленению и повышению устойчивости древостоев против негативных природных и антропогенных факторов, включая лесные пожары. Положительно характеризует представленный сборник широкий охват лесных формаций, типов леса и регионов, где проводились исследования. Особо следует отметить, что в представленных работах дается оценка влияния на рост древостоев и эффективность лесоводственных мероприятий наблюдающегося изменения климата и предлагаются конкретные решения минимизации негативных последствий этих изменений.

Материалы представляют значительный интерес для лесоводов, лесопользователей, экологов и всех, кому небезразлична судьба российских лесов. Представленные в сборнике статьи вызывают особый интерес для учащихся колледжей и университетов лесного профиля, поскольку содержат современные представления об оптимизации лесопользования.

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

УДК 630.624(063)  
ББК 43.9я43

Ответственный за выпуск – К. А. Башегуров

ISBN 978-5-94984-884-5

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

<b>Платонов Е. П., Фомин В. В., Безгина Ю. Н., Егорова Л. Е., Осовских А. Н., Островкин Д. Л.</b> Сергей Вениаминович Залесов . . . . .	9
<b>Белов Л. А.</b> От студента до доцента, или умение С. В. Залесова готовить кадры высшей квалификации . . . . .	13
<b>Belov L. A.</b> From student to associate professor or the ability of S.V. Zalesov to prepare highly qualified personnel	
<b>Платонов Е. П.</b> Интенсивное ведение лесного хозяйства как основа современного лесопользования . . . . .	18
<b>Platonov E. P.</b> Intensive forestry management as a basis of modern forest management	
<b>Желдак В. И.</b> Лесопользование XXI в.: закономерная необходимость корректировки основополагающих понятий и принципов осуществления. . . . .	23
<b>Zheldak V. I.</b> Forest use in the 21st century: the need to be adjusted to the fundamental concepts and principles of implementation	
<b>Лежнев Д. В., Коротков С. А., Стоноженко Л. В.</b> Основные проблемы лесопользования в Московской области . . . . .	31
<b>Lezhnev D. V., Korotkov S. A., Stonozhenko L. V.</b> Main problems of forest management in the Moscow region	
<b>Кулагин А. Ю.</b> Особенности лесопользования и природопользования в условиях Предуралья и Южного Урала . . . . .	38
<b>Kulagin A. Yu.</b> Features of forest management and nature management under conditions Cis-Urals and Southern Urals	
<b>Байтурина Р. Р., Габитова А. А., Талипов Э. Н.</b> Ведение лесного хозяйства в Республике Башкортостан . . . . .	42
<b>Baiturina R. R., Gabitova A. A., Talipov E. N.</b> Forestry management in the Republic of Bashkortostan	
<b>Итешина Н. М., Платонов Е. П., Залесов С. В., Попов А. С.</b> Обоснование целесообразности снижения возраста спелости для еловых насаждений . . . . .	47
<b>Iteshina N. M., Platonov E. P., Zalesov S. V., Popov A. S.</b> Justification of the feasibility of reducing the age of ripeness for spruce plantations	
<b>Желдак В. И., Дорощенко Э. В., Сычева А. Н., Живаев Е. Е.</b> Совершенствование регламентирования и лесоводственного обеспечения лесопользования. . . . .	51
<b>Zheldak V. I., Doroshenkova E. V., Sycheva A. N., Zhivaev E. E.</b> Improving regulation and silvicultural provision of forest use	
<b>Герц Э. Ф., Солдатов А. В., Уразова А. Ф., Загидуллин Д. А.</b> Современное состояние и перспективы развития лесного комплекса Республики Башкортостан . . . . .	59
<b>Gerz E. F., Soldatov A. V., Urazova A. F., Zagidullin D. A.</b> Current status and development prospects of the forest complex of the Republic of Bashkortostan	
<b>Чернышов М. П.</b> Мониторинг и модель сбалансированного рыночно-ориентированного многоцелевого использования лесов Центрального Черноземья . . . . .	64
<b>Chernyshov M. P.</b> Monitoring and model of balanced market-oriented multipurpose forest use of the Central Black earth region	

<b>Зарубина Л. В.</b> Оценка жизненного состояния естественного возобновления на вырубках в Вологодской области . . . . .	71
<b>Zarubina L. V.</b> Life state assessment of natural regeneration in the clearings in the Vologda areas	
<b>Калачев А. А., Рахимжанов А. Н., Новак А. П., Rogovskiy С. В.</b> Особенности хода роста березняков Рудного Алтая . . . . .	77
<b>Kalachev A. A., Rahimzhanov A. N., Novak A. P., Rogovskiy S.V.</b> Peculiarities of the growth of bereznies in Rudny Altai	
<b>Осипенко А. Е., Башегуров К. А.</b> Влияние прореживаний на радиальный прирост сосны обыкновенной в искусственных древостоях. . . . .	84
<b>Osipenko A. E., Bashegurov K. A.</b> The effect of thinning on the radial increment of scotch pine in artificial stands	
<b>Тараканов В. В., Стрелковский А. Н., Маскаев А. В., Дубовик Д. С., Бородинцева Л. И.</b> Оптимум относительной полноты древостоев для формирования благонадежного подроста в Верхне-Обском бору . . . . .	88
<b>Tarakanov V. V., Strelkovskiy A. N., Maskaev A. V., Dubovik D. S., Borodintseva L. I.</b> Optimum of the tree stand density for the trustworthy young growth's formation in the Verhne-Obsky pine forest	
<b>Теринев Н. Н.</b> Возобновление сплошных вырубок после беспасечной технологии лесосечных работ . . . . .	93
<b>Terinov N. N.</b> Restoration of clear cutting cover during harvesting	
<b>Архипов Е. В., Новокшионов И. В., Балташева С. Ж., Боссерт Ю. С.</b> Лесохозяйственные мероприятия для сохранения редких видов орнитофауны . . . . .	98
<b>Arkhipov E. V., Novokshonov I. V., Baltasheva S. Zh., Bossert Yu. S.</b> Forestry measures for conservation rare species of avifauna	
<b>Морозов А. Е., Стародубцева Н. И., Ярбулова Э. А., Киришбаум А. Р.</b> Естественное лесовосстановление в березняках Зилаирского района Республики Башкортостан в условиях рекреационного воздействия . . . . .	104
<b>Morozov A. E., Starodubtseva N. I., Yarbulova E. A., Kirshbaum A. R.</b> Natural forest restoration in birch forests of Zilair district of the Republic of Bashkortostan in conditions of recreational impact	
<b>Чураков Б. П., Чураков Р. А.</b> Естественное семенное возобновление дуба черешчатого в дубовых насаждениях с разными таксационными характеристиками . . . . .	109
<b>Churakov B. P., Churakov R. A.</b> Natural seed renewal of pedunculate oak in oak plantations with different taxation characteristics	
<b>Дружинин Ф. Н., Аверина В. В.</b> Оценка сохранности и устойчивости ключевых биотопов после заготовки древесины . . . . .	116
<b>Druzhinin F. N., Averina V. V.</b> The impact of forestry activities on key biotopes in the rental base of logging enterprises	
<b>Габитова А. А., Султанова Р. Р., Мартынова М. В.</b> Создание электронной базы данных липняков Республики Башкортостан (информационная картотека) . . . . .	121
<b>Gabitova A. A., Sultanova R. R., Martynova M. V.</b> Creation of an electronic database of linden tree stands of the Republic of bashkortostan (information card file)	
<b>Киришбаум А. Р., Морозов А. Е.</b> Обеспеченность подростом предварительной генерации сосняков Ильменского государственного заповедника . . . . .	131
<b>Kirshbaum A. R., Morozov A. E.</b> Provision with pregeneration undergrowth of Ilmen pine forests state nature reserve	

<b>Елисеева М. А., Беляева Н. В.</b> Анализ влияния возраста материнского древостоя и типа леса на естественное возобновление хвойных пород в сосновых древостоях Гатчинского лесничества Ленинградской области	137
<b>Eliseeva M. A., Beliaeva N. V.</b> Analysis of the influence of mother stand age and forest type on natural renewal of coniferous species in pine stands of Gatchinskoye forestry of the Leningrad region	
<b>Луганский В. Н., Иматова И. А.</b> Оценка санитарного состояния древостоев и предварительного возобновления в кедровых насаждениях Ивдельского лесничества	141
<b>Luganskiy V. N., Imatova I. A.</b> The assessment of the sanitary condition of stands and preliminary renewal in cedar plantations of the Ivdel forestry	
<b>Солдатов А. В., Герц Э. Ф., Уразова А. Ф., Загидуллин Д. А.</b> Определение объемов вторичных древесных ресурсов (на примере арендного участка ООО «Кроношпан» в Туймазинском лесничестве)	149
<b>Soldatov A. V., Gerz E. F., Urazova A. F., Zagidullin D. A.</b> Determination of volumes of secondary tree resources (on the example of a lease site LLC "Kronoshpan" in Tuimazinsky forestry)	
<b>Тувышкина М. А., Ревин А. И.</b> Изучение фитомассы подлеска порослевых дубрав Серафимовичского лесничества Волгоградской области на примере лещины обыкновенной	153
<b>Tuvyshkina M. A., Revyn A. I.</b> The study of the phytomass of the undergrowth of oak cogries of the Serafimovichskoye forestry of the Volgograd region on the example of the common hazel	
<b>Смирнов В. В., Дружинин Ф. Н., Корякина Д. М.</b> Оценка качества работ по искусственному лесовосстановлению в Бабаевском муниципальном округе Вологодской области	160
<b>Smirnov V. V., Druzhinin F. N., Koryakina D. M.</b> Assessment of the quality of work on artificial reforestation in the Babaevsky municipal district of the Vologda region	
<b>Ермакова М. В.</b> Формирование структуры лесных культур сосны	167
<b>Ermakova M. V.</b> Formation of the structure of pine forest crops	
<b>Пастухова А. М.</b> Рост полусибов кедр сибирского 16-летнего биологического возраста в условиях Караульного участкового лесничества	173
<b>Pastukhova A. M.</b> The growth of pinus sibirica semi-sibs in 16-year-old biological age in the Karaulnoe forestry conditions	
<b>Мартюшова Е. Г., Мартюшов П. А., Марковская А. Н.</b> Введение в культуру <i>in vitro</i> <i>Hypericum perforatum</i> L.	180
<b>Martyushova E. G., Martyushov P. A., Markovskaya A. N.</b> Introduction to <i>in vitro</i> culture of <i>Hypericum perforatum</i> L.	
<b>Петров А. И.</b> Лесоводственное направление рекультивации на полигонах добычи рассыпного золота	186
<b>Petrov A. I.</b> Forestry direction of reclamation at placer gold mining sites	
<b>Маленко А. А., Савин М. А., Чичкарев А. С., Савина П. А., Цаан К. Ф.</b> Пространственная структура напочвенных лесных горючих материалов в искусственных сосняках Алтайского края, созданных под защитой ивы остролистной	190
<b>Malenko A. A., Savin M. A., Chichkarev A. S., Savina P. A., Caan K. F.</b> Spatial structure of ground-based forest combustible materials in artificial pine forests of the Altai territory created under the protection of holly willow	

<b>Бабич Н. А., Зальвская О. С., Александрова Ю. В., Попкова И. А., Гаевский Н. П., Андропова М. М., Карбасникова Е. Б.</b> Аспекты интродукции на Европейском севере . . . . .	197
<b>Babich N. A., Zalivskaya O. S., Alexandrova Yu. V., Popkova I. A., Gaevsky N. P., Andronova M. M., Karbasnikova E. B.</b> The aspects of introduction in the European north	
<b>Громов А. М., Григорьев А. А., Моисеев П. А.</b> Биологическая продуктивность сосны сибирской ( <i>Pinus sibirica Du Tour</i> ) в условиях верхней границы леса Алтае-Саянского горно-таежного района . . . . .	204
<b>Gromov A. M., Grigoriev A. A., Moiseev P. A.</b> Biological productivity of siberian pine ( <i>Pinus sibirica Du Tour</i> ) in the conditions of the upper border of the forest of Altai-Sayan mountain-taiga region	
<b>Фомин В. В., Рогачев В. Е., Агапитов Е. М., Рогачев Л. Е.</b> Разработка технологии автоматизированной оценки запаса углерода в древостоях с использованием беспилотных авиационных систем (БАС) . . . . .	211
<b>Fomin V. V., Rogachev V. E., Agapitov E. M., Rogachev L. E.</b> Development of technology for automated assessment of carbon stock in stands using unmanned aircraft systems (UAS)	
<b>Нагимов З. Я., Артемьева И. Н., Нагимов В. З., Шевелина И. В.</b> Оценка фитомассы живого напочвенного покрова в сосняках лишайниковых на основе высоты мохово-лишайникового яруса . . . . .	218
<b>Nagimov Z. Ya., Artemyeva I. N., Nagimov V. Z., Shevelina I. V.</b> Assessment of the phytomass of living ground cover in lichen pine forests based on the height of the moss-lichen layer	
<b>Иванова М. А., Яковлева А. А., Микеладзе Ш. Э., Бунькова Н. П.</b> Динамика фитомассы живого напочвенного покрова в условиях Шарташского лесного парка г. Екатеринбурга . . . . .	224
<b>Ivanova M. A., Yakovleva A. A., Mikeladze Sh. E., Bunkova N. P.</b> Dynamics of phytomass of living ground cover in the conditions of the Shartashsky forest park of Yekaterinburg	
<b>Панин И. А., Аржанников Ю. А.</b> Ресурсы дикорастущих ягодных растений живого напочвенного покрова в сосняке ягодниковом и разнотравном в условиях УУОЛ УГЛТУ . . . . .	230
<b>Panin I. A., Arzhannikov Yu. A.</b> Resources of wild berry plants of living ground cover in berry and herbaceous pine forests in the conditions of Ural educational and experienced forestry of USFEU	
<b>Аржанников Ю. А., Панин И. А.</b> Характеристика запасов дикорастущих пищевых и лекарственных растений сосняка ягодникового Березовского лесничества Свердловской области . . . . .	236
<b>Arzhannikov Yu. A., Panin I. A.</b> Stock characteristics of wild food and medicinal plants in the berry pine forest of the Berezovsky forestry in the Sverdlovsk region	
<b>Якимов М. В., Серапионов А. Н., Трефилов Е. А., Якимова В. Ю.</b> Лесопатологический мониторинг лесных насаждений Удмуртской Республики . . . . .	241
<b>Yakimov M. V., Serapionov A. N., Trefilov E. A., Yakimova V. Yu.</b> Forest pathology monitoring of forest plantations of the Udmurt Republic	
<b>Тюкавина О. Н.</b> Распределение деревьев по категориям роста в сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых . . . . .	248
<b>Tyukavina O. N.</b> Distribution of trees by growth categories in drained shrub-sphagnum pine forests	

<b>Денисова Н. Б., Ломов В. Д., Волков С. Н.</b> Санитарное состояние хвойных насаждений Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан	254
<b>Denisova N. B., Lomov V. D., Volkov S. N.</b> Sanitary condition of coniferous plantations of Grigorievsky gorge of Ananyevsky forestry of the Republic of Kyrgyzstan	
<b>Буряк Л. В., Котельников Р. В., Салцевич Ю. В., Агеев А. А., Астапенко С. А.</b> К оценке эффективности и целесообразности санитарно-оздоровительных мероприятий	259
<b>Buryak L. V., Kotelnikov R. V., Saltsevich Yu. V., Ageev A. A., Astapenko S. A.</b> To assessment of the efficiency and expectability of sanitary and improvement measures	
<b>Байтурина Р. Р., Салимьянова Л. Р.</b> Эмиссия парниковых газов и концентрация мелкодисперсной пыли в городских насаждениях	267
<b>Baiturina R. R., Salimyanova L. R.</b> Greenhouse gas emissions and fine dust concentrations in urban plantings	
<b>Бахтина С. Ю., Янбаев Р. Ю., Кулагин А. Ю., Янбаев Ю. А.</b> Климатический отклик в приросте молодняков сосны обыкновенной при промышленном загрязнении	273
<b>Bakhtina S. Yu., Yanbaev R. Yu., Kulagin A. Yu., Yanbaev Yu. A.</b> Climatic response in the increment of scots pine young trees under industrial pollution	
<b>Астафьева О. М., Астафьев А. М.</b> Оценка возобновления сосняков в условиях атмосферного загрязнения	280
<b>Astafieva O. M., Astafiev A. M.</b> Assessment of the regeneration of pine forests in conditions of atmospheric pollution	
<b>Кочергина М. В.</b> К проблеме повышения устойчивости городских лесов Воронежа	287
<b>Kochergina M. V.</b> To the problem of increasing sustainability urban forests of Voronezh	
<b>Назарова В. В., Данчева А. В.</b> Взаимосвязь таксационных показателей деревьев с показателями их состояния в березовых насаждениях городских лесов города Тюмень	294
<b>Nazarova V. V., Dancheva A. V.</b> The correlation between the taxational specifications of trees with condition indicators in birch stands of urban forests of the city of Tyumen	
<b>Логунов Д. В.</b> Сравнительная оценка некоторых видов пихты ( <i>Abies Mill.</i> ) по хозяйственным и адаптивным признакам в условиях Нижнего Новгорода	300
<b>Logunov D. V.</b> Comparative evaluation of some types of fir ( <i>Abies Mill.</i> ) By economic and adaptive characteristics in the conditions of Nizhny Novgorod	
<b>Вибе Е. П., Телегина О. С.</b> Низкотоксичные инсектициды в контроле численности доминантных видов филлофагов зеленой зоны Астаны	308
<b>Vibe Ye. P., Telegina O. S.</b> Low-toxicity insecticides in the control of the population of dominant phytaphage species in the green zone of Astana	
<b>Коптев С. В., Третьяков С. В., Богданов А. П., Алабдуллахалхасно Х.</b> Мониторинг изменения границы сухопутной зоны Арктики с использованием методов дистанционного зондирования земли	315
<b>Koptev S. V., Tretyakov S. V., Bogdanov A. P., Alabdullahalkhasno Kh.</b> Monitoring of changes in the Arctic land zone border using earth remote sensing methods	
<b>Феклистов П. А., Верховцева Е. П., Бруева Ж. А.</b> Пропорции в размерах деревьев сосны на острове Ягры	321
<b>Feklistov P. A., Verkhovtseva E. P., Brueva Zh. A.</b> Proportions in the size of pine trees on the island of Yagry	

<b>Сенькова Л. А.</b> Почвы ленточных и островных боров Челябинской области . . . . .	325
<b>Senkova L. A.</b> Soils of ribbon and island pine forests in the Chelyabinsk region	
<b>Сенькова Л. А., Луганский В. Н.</b> Обоснование технологии орошения на основе поведения влаги в почве . . . . .	334
<b>Senkova L. A., Lugansky V. N.</b> Justification of irrigation technology based on moisture behaviour in soil	
<b>Марина Н. В., Лантинова А. В.</b> Влияние комплексонов на основе НТФ кислот на рост и развитие высших растений . . . . .	339
<b>Marina N. V., Lantínova A. V.</b> Effects of the action ATMP (methylenephosphonic acid) on growth and development of plants	
<b>Герц Э. Ф., Мехренцев А. В., Уразова А. Ф., Андрейчук Ю. Н.</b> О целесообразности использования грузоподъемных механизмов при подтрелевке древесины мини-тракторами . . . . .	344
<b>Gerz E. F., Mehrentsev A. V., Urazova A. F., Andreychuk Yu. N.</b> The expediency of using load-lifting mechanisms when reeling wood with mini tractors	
<b>Силецкий В. В.</b> Укрепление грунтов лесных дорог с использованием комбинированной смеси нефелинового шлама, грунта и гидроксида калия . . . . .	348
<b>Siletskiy V. V.</b> Strengthening of forest road soils using a combined mixture of nepheline sludge, soil and potassium hydroxide	
<b>Годовалов Г. А., Залесов С. В., Секерин И. М.</b> Пути совершенствования охраны лесов от пожаров и минимизации послепожарного ущерба . . . . .	355
<b>Godovalov G. A., Zalesov S. V., Sekerin I. M.</b> Ways to improve the protection of forests from fires and minimize post-fire damage	
<b>Кузнецов Л. Е., Секерин И. М., Кректунов А. А., Щеплягин П. В.</b> Анализ лесных пожаров и их влияние на экологию в Тюменской области . . . . .	360
<b>Kuznetsov L. E., Sekerin I. M., Krektunov A. A., Shcheplyagin P. V.</b> Analysis of forest fires and their impact on the environment in the Tyumen region	



## СЕРГЕЙ ВЕНИАМИНОВИЧ ЗАЛЕСОВ

27 октября 2023 г. исполняется 70 лет со дня рождения заведующего кафедрой лесоводства, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, действительного члена Российской Академии естественных наук и Российской Академии естествознания, почетного работника высшего профессионального образования, заслуженного лесовода Российской Федерации С. В. Залесова.

Сергей Вениаминович родился в Кировской области. Любовь к родной природе определила выбор будущей профессии. В 1972 г. он с отличием окончил Суводский лесхоз-техникум, работал старшим техником-лесоводом Краснозатонского лесничества Сыктывкарского лесхоза Коми АССР. Дважды служил в Вооруженных силах СССР. Работал старшим инженером лесного хозяйства в Суводском лесхозе-техникуме.

В 1981 г. после окончания с отличием Уральского лесотехнического института был принят ассистентом на кафедру лесной таксации и лесоустройства. Спустя два года поступил в очную аспирантуру кафедры лесоводства, а с 1985 г. начал работу в должности старшего преподавателя кафедры лесоводства. Диссертационную работу «Проходные рубки в сосняках южной подзоны тайги Урала» выполнил под научным руководством профессора Н. А. Луганского. В 1989 г. избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой лесоводства.

В 1990 г. С. В. Залесову присвоено ученое звание доцента. В 2000 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала»,



а в 2002 г. ему было присвоено ученое звание профессора по кафедре лесоводства. В январе 2004 г. он назначен проректором по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета. В этой должности он проработал более 15 лет.

За время работы в университете С. В. Залесов зарекомендовал себя как состоявшийся ученый и опытный педагог. Он признан основателем и руководителем научно-педагогической школы «Оптимизация лесопользования». Под его руководством пять студентов подготовили научные работы, награжденные медалями Всероссийского конкурса студенческих работ, более 550 студентов и магистров защитили дипломные работы, проекты и диссертации, 95 аспирантов и соискателей подготовили и защитили кандидатские, а девять докторантов при его научном консультировании – докторские диссертации. Ученики С. В. Залесова преподают в вузах большинства субъектов РФ, а также работают в научных учреждениях, органах управления лесным хозяйством и природопользования.

По результатам исследований им лично и совместно с учениками и коллегами опубликовано более 800 научных работ. Среди них 45 монографий, 5 учебников, 37 учебных пособий, в том числе учебники: «Лесоводство», «Лесная пирология», «Недревесная продукция леса»; учебные пособия: «Лесоведение», «Повышение продуктивности лесов», «Основы фитомониторинга», «Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения»; монографии: «Повышение продуктивности сосновых лесов Урала», «Деградация и демутация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи», «Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины», «Ландшафтные рубки в лесопарках», «Черноольховые леса Волго-Донского бассейна и ведение хозяйства в них», «Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд», «Интродукция и акклиматизация хвойных в Северном Казахстане», «Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга», «Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края» и другие.

С. В. Залесов является автором или соавтором 50 объектов интеллектуальной собственности.

Основные результаты исследований вошли в нормативно-технические документы по ведению лесного хозяйства, в том числе в Лесные регламенты Свердловской области, Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Пермского края. Технические условия и лесохозяйственные регламенты, разработанные с его участием, обеспечивают стабилизацию экологической

ситуации в регионе, создавая реальную основу для неистощительного и рационального использования лесных ресурсов. При этом имеется возможность увеличить на 10–15% расчетную лесосеку по рубкам спелых и перестойных древостоев за счет перехода на систему выборочных рубок. Переход на сортиментную технологию лесозаготовок в Свердловской области позволит получить экономический эффект в размере 100–150 руб. при заготовке одного обезличенного кубометра древесины (расчетная годовая лесосека составляет около 25 млн м<sup>3</sup>). При использовании расчетной лесосеки по области на 75% и условии заготовки 50% древесины по сортиментной технологии экономический эффект составит 500–600 млн руб. в год.

Разработанная под руководством С. В. Залесова система рубок в березняках позволяет заменить их высокопродуктивными хвойными насаждениями без создания лесных культур при условии сохранения насаждениями защитных функций. Рекомендации по очистке мест рубок, сохранению биологического разнообразия и проведению выборочных рубок в еловых насаждениях обеспечат повышение продуктивности лесов и формирование высокопроизводительных устойчивых насаждений.

Разработанный при научном руководстве С. В. Залесова способ тушения торфяных пожаров в зимний период позволил ликвидировать 28 лесных пожаров и был включен в программу тушения торфяных пожаров в Уральском федеральном округе.

Существенно минимизируют негативные последствия лесных пожаров разработанные под руководством С. В. Залесова проекты противопожарного обустройства лесного фонда и населенных пунктов.

С. В. Залесов вносит значительный вклад в международное сотрудничество. Он являлся международным консультантом Республики Казахстан по охране лесов от пожаров. Лично руководил успешной работой десяти аспирантов и двух докторантов из Республики Казахстан. Все они защитили диссертации.

С. В. Залесов более 30 лет эффективно возглавляет кафедру лесоводства, которая систематически занимает первое место в рейтинге выпускающих кафедр университета. Объем хоздоговорных и госбюджетных научно-исследовательских работ по кафедре в 2022 г. превысил 16 млн руб. За счет средств, полученных при выполнении указанных тем, на кафедре созданы и создаются специализированные классы по биологии лесных зверей и птиц, лесной пирологии, лесовосстановлению и лесоразведению, цифровизации лесопользования. На кафедре работает специализированная лаборатория по микроклональному размножению древесных и травянистых растений, создан научно-практический полигон по рекультивации нарушенных земель, десятки постоянных пробных площадей и других научных

и научно-производственных объектов. Последние в значительной степени способствуют подготовке высококвалифицированных, востребованных на рынке труда специалистов высшей квалификации.

Научно-педагогическую работу С. В. Залесов сочетает с активной общественной деятельностью. Он является руководителем одного и членом двух диссертационных советов по защите докторских диссертаций, членом редколлегий 9 научных журналов из перечня ВАК.

За заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов лесного хозяйства и большой вклад в развитие научных исследований С. В. Залесов награжден Почетными грамотами Государственного Комитета СССР по лесу и Центрального Комитета профсоюзов рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности, Министерства лесного хозяйства РСФСР, губернаторов Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Правительства Свердловской области; нагрудными знаками «За сбережение и преумножение лесных богатств России», «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации»; медалями «За спасение утопающих», «60 лет Вооруженных Сил СССР», ему присвоено почетное звание «Заслуженный лесовод Российской Федерации». Кроме того, С. В. Залесов награжден многими орденами, медалями, нагрудными знаками, дипломами и другими наградами общественных организаций и академий.

Сергей Вениаминович является победителем конкурса Губернатора Свердловской области «Профессор года» (2015, 2020), всероссийского конкурса «Золотые имена высшей школы» (2020), «Лучший ученый УГЛТУ» (2021, 2022), «Лучший преподаватель глазами студентов».

Сергей Вениаминович полон новых планов, он всегда в окружении коллег и учеников. Хочется от всей души пожелать юбиляру новых творческих успехов, талантливых, благодарных учеников, новых открытий, крепкого здоровья и долгих лет жизни.

*Е. П. Платонов, В. В. Фомин, Ю. Н. Безгина,  
Л. Е. Егорова, А. Н. Осовских, Д. Л. Островкин*

## ОТ СТУДЕНТА ДО ДОЦЕНТА, ИЛИ УМЕНИЕ С. В. ЗАЛЕСОВА ГОТОВИТЬ КАДРЫ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**Леонид Александрович Белов**

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия  
belovla@m.usfeu.ru

*Аннотация.* В статье приводится личный опыт работы и взаимодействия с С. В. Залесовым, его способность увидеть в человеке научный потенциал, взять над ним руководство и дать ему возможность реализоваться как ученому, а также его неудержимость в генерации научных идей и способность собрать вокруг себя коллектив разных возрастных поколений и взглядов, но объединенных научным духом и способных на свершение научных идей.

*Ключевые слова:* студент, доцент, воспитание, дальновидность, ученый

## FROM STUDENT TO ASSOCIATE PROFESSOR OR THE ABILITY OF S.V. ZALESOV TO PREPARE HIGHLY QUALIFIED PERSONNEL

**Leonid A. Belov**

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
belovla@m.usfeu.ru

*Abstract.* The article presents personal experience of working and interacting with S. V. Zalesov, his ability to see scientific potential in a person, take leadership over him and give him the opportunity to realize himself as a scientist, as well as Zalesov's irrepressibility in generating scientific ideas and the ability to gather a team of different age generations and views, but united scientific spirit and capable of accomplishing his scientific ideas.

*Keywords:* student, associate professor, education, foresight, scientist

Залесов Сергей Вениаминович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод России, заведующий кафедрой лесоводства.

Первая встреча студентов с Сергеем Вениаминовичем Залесовым часто многих сначала пугает, складывается впечатление, что этот человек очень требовательный и жесткий, но в дальнейшем, когда он начинает читать лекции, приходит понимание, что это ошибочное впечатление. Он человек из народа. Его лекции всегда излагаются доступным для студентов языком. Он приводит очень много примеров из опыта работы в лесу и личного жизненного опыта. На его лекциях никогда нет спящих студентов и, как он сам



говорит, он читает лекцию для одного студента, которого выбирает из нескольких десятков по своему личному и нам не известному принципу. Однако, когда приходит время сдачи экзаменов, у многих студентов возвращается то первоначальное впечатление, которое они получили при первой встрече с ним.

Несмотря на жесткость и требовательность Сергея Вениаминовича на экзаменах, студенты не испытывают к нему антагонизма и даже через много лет помнят, как сдавали ему экзамены, и выражают свою благодарность за то, что заставил их понять и осознать значимость преподаваемых им дисциплин.

Всегда поражает способность Сергея Вениаминовича уже с первых курсов обучения увидеть и отметить ребят, способных проявить себя в качестве исследователей, а в будущем и ученых. Вероятно, в этом ему помогает огромный жизненный опыт.

Таких ребят он «берет в оборот» с первых курсов и начинает с ними тесно работать сначала в рамках учебных и производственных практик, студенческих научных исследований, выпускных квалификационных работ, а затем уже и в аспирантуре, и в докторантуре. При этом он дозированно и осторожно нагружает работой, чтобы не отбить стремление и желание заниматься наукой.

Ребят, желающих заниматься наукой, он старается проверить как на способность мыслить как ученый, так и на работу в полевых условиях, отправляя их в научные экспедиции под своим руководством или других сотрудников кафедры. Проверенные и заинтересованные ребята после окончания университета поступают в аспирантуру. И вот тут наступает совсем другая жизнь.

К аспирантам Сергей Вениаминович предъявляет уже более жесткие требования и ставит более сложные задачи. Так было и со мной. На втором курсе аспирантуры я уже был способен самостоятельно организовывать и проводить полевые исследования, но под его чутким руководством. Его метод воспитания в молодом поколении ответственности и способности к самореализации и организованности прост и заключается в следующем. Он дает возможность тебе самому организовать полевые исследования, связываясь с заказчиком исследований или руководителем лесничества или

другого предприятия для определения места, времени, сроков проведения исследований, и даже набирать команду, с которой ты будешь осуществлять эти исследования. И все это выражается в двух-трех предложениях: «Вот номер телефона или адрес электронной почты, задача такая-то, связывайся сам, решай, когда и с кем будешь работать». И ты понимаешь, что за тебя это никто не сделает, ты это должен сделать сам. Впервые поставленная такая задача сначала пугает, но спустя несколько лет понимаешь, что это было сделано правильно. Самостоятельная связь с заказчиками не только способствует накоплению опыта общения, но и расширяет личные контакты.

Такой подход к воспитанию ответственности можно сравнить с обучением плаванию, когда неумеющего плавать вывозят в лодке на середину озера, бросают в воду и говорят «плыви».

Все время обучения в аспирантуре и при написании диссертации Сергей Вениаминович старается держать руку на пульсе твоей работы, направлять тебя в нужное русло и корректировать твой энергетический вектор при сборе и обработке материала. Он всегда видит, когда необходимо аспиранта подбодрить или простимулировать к работе. Даже после защиты кандидатской диссертации он не выпускает тебя из поля зрения и следит за всеми твоими достижениями, а иногда и подсказывает, что необходимо сделать, для того чтобы достичь нового уровня в профессиональной деятельности.





Сергей Вениаминович не кабинетный профессор, он профессор-практик. Он по возможности сам выезжает или отправляет доцентов с молодыми аспирантами на первые полевые исследования, где на месте помогает освоить методики исследований, указывает, как правильно организовать работу, или находит недостатки. Как в лесу, так и в стенах университета у него всегда складываются доверительные отношения с аспирантами и доцентами. К нему

можно обратиться с вопросами, на которые получишь полные и исчерпывающие ответы.

Проработав с ним 20 лет и зная его подход к воспитанию из студента аспиранта, а затем доцента, понимаешь, что сегодняшним аспирантам трудно, но в будущем это даст хороший результат, и из молодых аспирантов получатся первоклассные доценты, а из кого-то даже и доктора.





В плане общения Сергей Вениаминович уникальный человек. Поражает его способность разговаривать или доносить информацию для людей разного уровня на доступном для них языке – со студентами он разговаривает на языке студентов, с производственниками – на языке производственников.

Всегда поражает его стремление к новому. В его голове так много идей, что реализовать их просто не под силу одному человеку, поэтому он вокруг себя собирает молодых инициативных ребят, способных не только реализовать его идеи, но подать новые, исходя из современного быстроменяющегося уровня развития техники и технологий.

Заведуя кафедрой лесоводства уже более 30 лет, Сергей Вениаминович собрал вокруг себя хороший коллектив, представленный разными поколениями.

Кафедру лесоводства сегодня можно сравнить со сложным разновозрастным многоярусным насаждением. В частности, на кафедре работают уважаемые доктора наук, профессора, которых можно отнести к верхнему ярусу (материнский полог). К ним всегда можно обратиться за консультацией по какому-либо вопросу. Есть на кафедре и второй ярус – это доценты, кандидаты наук. Последние всегда готовы прийти на помощь молодому подрастающему поколению – аспирантам (подрост). Молодые аспиранты – это будущее кафедры, которые могут не только выйти во второй ярус и достичь уровня кандидата наук, доцента, но и сформировать материнский полог, стать докторами, профессорами.

Признаться честно, в нашем университете, наверное, нет кафедры лучше, чем кафедра лесоводства. Сложившаяся теплая, а порой где-то семейная атмосфера на кафедре, ее разновозрастность и разноплановость взглядов сотрудников способствуют тому, что на сегодняшний день коллектив кафедры способен выполнять научные исследования различной тематики на высокопрофессиональном уровне, и все это благодаря руководителю – Залесову Сергею Вениаминовичу.

## ИНТЕНСИВНОЕ ВЕДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Евгений Петрович Платонов**

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия  
platonover@usfeu.ru

*Аннотация.* В работе проанализированы результаты экстенсивного ведения лесного хозяйства и его негативные последствия. Отмечается, что дальнейшее ведение лесного хозяйства по экстенсивной форме приведет к истощению наиболее ценных сырьевых ресурсов и необходимости закрытия предприятий деревообработки. На основании выполненного анализа предлагается интенсивная форма хозяйства, учитывающая как лесоводственные требования, так и запросы производства. В частности, создание предприятий-утилизаторов не востребованной низкотоварной древесины обеспечивает проведение лесоводственных мероприятий, что снизит потенциальную горимость лесов, улучшит их санитарное состояние и устойчивость.

Отмечается важная роль науки и конкретно Уральского государственного лесотехнического университета в осуществлении перехода на интенсивную форму хозяйства.

*Ключевые слова:* лесопользование, интенсивная форма, лесное хозяйство, наука

Scientific article

## INTENSIVE FORESTRY MANAGEMENT AS A BASIS OF MODERN FOREST MANAGEMENT

**Evgeniy P. Platonov**

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
platonover@usfeu.ru

*Abstract.* The paper analyzes the results of extensive forest management and the negative consequences that followed. It is noted that further extensive forestry will lead to the depletion of the most valuable raw materials and the need to close woodworking enterprises. Based on the performed analysis, an intensive form of farming is proposed, taking into account both forestry requirements and production requirements. In particular, the creation of enterprises-utilizers of unclaimed low-value timber ensures the implementation of silvicultural activities, which will reduce the potential forest fire, improve their sanitary condition and sustainability.

The important role of science and specifically the Ural State Forest Engineering University in the implementation of the transition to an intensive form of economy is noted.

**Keywords:** forest management, intensive form, forestry, science

Георгий Федорович Морозов в статье «Учение о лесе» в 1912 г. писал: «Лесоводство – дитя нужды. Пока леса было много, отсутствовала забота о неистощительности пользования им; когда леса стало мало или явилось опасение за возможность истощения лесных запасов, тогда впервые возникает мысль о такой организации пользования лесами, которая не вела бы к их истощению, возникает счастливая и великая идея о постоянстве пользования лесом, которая проникает все лесоводство и составляет его душу и самую характерную черту».

На территории Российской Федерации в целом и Уральского региона в частности на протяжении многих столетий велось экстенсивное лесопользование (таблица).

#### Статистические данные по УрФО и Свердловской области

Характеристика	Уральский федеральный округ [1]	Свердловская область [2]
Площадь, покрытая лесной растительностью, тыс. га	69408	12661
Площадь лесов на землях лесного фонда, тыс. га	112091	15183
Запас насаждений, млн м <sup>3</sup>	7793	2073
Средний запас, м <sup>3</sup> /га	116	141
Расчетная лесосека, тыс. м <sup>3</sup>	93768	24018
Освоение расчетной лесосеки, %	16	33

Тезис о бескрайности лесов и их неистощимости исключал необходимость их рационального использования. Считалось, что сокращение запасов спелой древесины в одном районе можно легко компенсировать увеличением лесозаготовок в другом районе. Огромные площади лесов сводились при подсечном земледелии. Однако и после его прекращения в стране доминировали сплошнолесосечные рубки с лесосеками такого размера, который исключал восстановление коренных хвойных насаждений на вырубках. К сожалению, практика проведения сплошнолесосечных рубок площадью до 75 га до сих пор не изжита. Напротив, в 2022 г. в перестойных еловых насаждениях северо-запада РФ разрешено проведение рубок спелых и перестойных насаждений без сроков примыкания. Другими словами, в XXI столетии мы вернулись к практике XVII века, когда проводились рубки «степью».

В результате указанных причин на огромной территории лесного фонда произошла смена коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные. Первоочередное назначение в рубку наиболее производительных древостоев привело к ухудшению генофонда лесов и снижению средних запасов спелых и перестойных насаждений. Кто сейчас поверит, что на территории Талицких дач запас сосновых насаждений доходил до 800 м<sup>3</sup>/га. Не случайно уже в настоящее время страна испытывает дефицит в наиболее ценных сортаментах, в частности, для производства строганого шпона, высококачественных пиломатериалах и т. д.

Реализация принципа непрерывного рационального лесопользования вызывает необходимость перехода к интенсивному лесопользованию. Для Уральского региона указанный переход должен сопровождаться следующим.

Прежде всего необходимо увеличить долю древесины, заготавливаемой в процессе выборочных рубок. В частности, для сосновых и мягколиственных насаждений разработаны чересполосные постепенные рубки, которые показали свою высокую лесоводственную эффективность. Для производных мягколиственных насаждений разработаны и прошли опытно-производственную проверку равномерно-постепенные рубки, обеспечивающие переформирование производных мягколиственных насаждений в коренные хвойные, не прибегая к искусственному лесовосстановлению. Есть положительный опыт вовлечения защитных лесов выборочными рубками по инициативе арендатора ООО «Тайга» (ХМАО).

Следует внести в нормативно-правовые документы разрешение на проведение каймовых рубок, обеспечивающих омоложение древостоев и сохранение защитных функций без дополнительных затрат на лесовосстановление.

Назрела необходимость возвращения в практику лесопользования рубок обновления и переформирования, в частности, в лесах зеленых зон и лесных парков. Более 30 % насаждений в парках являются перестойными. Деревья в таких насаждениях часто подвержены гнили, также у многих деревьев наблюдается суховершинность.

Расширение объемов выборочных рубок позволит вовлечь в эксплуатацию защитные леса, доля которых в РФ достигает 26 %. При этом внедрение выборочных рубок не только позволит увеличить объем заготавливаемой древесины и повысить эффективность выполнения насаждениями защитных функций за счет омоложения древостоев, но и минимизирует затраты на лесовосстановление. А это часто доступные насаждения с хорошей логистикой.

В то же время проектирование выборочных рубок требует учета региональной специфики природных условий и биологии древесных пород. Необходимо в законодательном порядке закрепить практику проведения добровольно-выборочных рубок в одновозрастных светлохвойных насаждениях. Давно известно, что подрост лиственницы и сосны не выдерживает

затенения материнским пологом при относительной полноте последнего 0,5 и выше, а следовательно, добровольно-выборочные рубки не в состоянии создать второй ярус из сосны и приводят не к формированию молодняков лиственницы или сосны, а к смене их на ель в таежной зоне или образованию редин в лесостепной зоне.

Интенсификация лесного хозяйства вызывает необходимость значительного увеличения объемов рубок ухода, особенно направленных на формирование древостоев ценных пород. Наличие современной техники позволяет эффективно проводить осветления, прочистки и прореживания. В то же время широкомасштабное проведение рубок ухода требует научно-обновленной программы их проведения с целью сокращения количества приемов при достижении максимального лесоводственного эффекта.

Реализация рубок ухода позволит в будущем перейти к установлению возраста спелости по среднему диаметру древостоя на высоте 1,3 м, что существенно повысит продуктивность лесов за счет сокращения оборота рубки.

Интенсивное ведение лесного хозяйства предполагает минимизацию потерь древесины на всех этапах ее выращивания. Следовательно, нужны утилизаторы низкокачественной, низкотоварной древесины от рубок ухода, прочих рубок, в том числе от санитарных рубок и ликвидации захламленности. Напрашивается строительство плитного производства в районе Ревды и Первоуральска.

Естественно, что необходимо стремиться к сокращению показателей фактической горимости лесов. Однако не менее важно, а может и архиважно своевременно проводить санитарные мероприятия на пройденных лесными пожарами площадях. К сожалению, погибшие древостои остаются не разработанными после пожаров несколько лет, что создает основу для формирования очагов вторичных вредителей, а следовательно, потенциальную опасность и биологического пожара, т. е. гибели соседних насаждений от чрезвычайно размножившихся вторичных вредителей. И для населения это пример бесхозяйственности.

Свердловской области повезло в плане развития интенсивного лесопользования. Исторический опыт горно-заводского ведения лесного хозяйства как пример для всей России. В нашей области имеются значительные запасы спелой древесины, предприятия, нуждающиеся в древесине и продуктах ее переработки. Кроме того, в Екатеринбурге сосредоточен значительный научный потенциал. Ученые Уральского государственного лесотехнического университета, Ботанического сада Уральского отделения РАН и Института экологии растений и животных имеют значительное количество научных разработок, которые можно оперативно включить в практику лесопользования. Кроме того, могут быть выполнены практически любые научные работы, касающиеся проблем лесного комплекса.

Готовы участвовать в совершенствовании обнаружения и тушения лесных пожаров. Перспективным является использование беспилотных летательных аппаратов для определения пройденной лесными пожарами площади, хода естественного лесовосстановления на не покрытых лесной растительностью площадях, фиксации загораний после сухих гроз, установления таксационных показателей древостоев и так далее. При этом следует учитывать, что университет планирует уже в этом году начать подготовку операторов беспилотных летательных аппаратов и операторов полезной нагрузки.

Известно, что одним из сдерживающих факторов своевременного проведения санитарных рубок является недостаток специалистов-лесопатологов. Однако УГЛТУ имеет положительный опыт подготовки, точнее переподготовки специалистов лесного хозяйства на специальность лесопатолога. При заинтересованности органов управления лесным хозяйством по УрФО университет в состоянии за короткий курс обучения закрыть проблему лесопатологов по всему Уральскому региону. Особенно это необходимо сейчас. Лист ожидания лесопатологов в лесах арендаторов уже расписан на месяцы. Для этого необходимо лишь подобрать молодых перспективных работников лесничеств, имеющих базовое лесное образование, и направить их на соответствующие 72-часовые курсы повышения квалификации в университет. Это будет базой для их второй профессии. Полагаю, что затраты, связанные с обучением, многократно окупятся своевременностью проведения санитарных мероприятий и летом будущего года мы увидим не сухостойные и валежные гари, а молодые лесные культуры, созданные на пройденных лесными пожарами площадях.

Полагаю также, что надо продолжить в Уральском регионе практику «зеленой академии», когда работники лесничеств, все арендаторы, осуществляющие заготовку древесины, периодически, раз в квартал, посещают курсы лекций в университете по проблемам современного лесопользования и путям их решения. Указанный курс необходим также работникам лесничеств и Департаментов лесного хозяйства, а также министерства природных ресурсов и экологии, не имеющим базового образования.

### ***Список источников***

1. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021. № 312-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653> (дата обращения: 01.06.2023).

2. Об утверждении Лесного плана Свердловской области на 2019–2028 годы: Указ губернатора Свердловской области от 18.09.2019. № 450-УГ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561550939> (дата обращения: 01.06.2023).

Научная статья  
УДК 630.2

## ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI В.: ЗАКОНОМЕРНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ КОРРЕКТИРОВКИ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ПОНЯТИЙ И ПРИНЦИПОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

**Владимир Иванович Желдак**

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации,  
Пушкино, Россия  
lesvig@yandex.ru

*Аннотация.* В связи с формирующимся в обществе отношением к лесу преимущественно как важнейшему компоненту окружающей природной среды при сохранении значения его в качестве источника лесных ресурсов рассматривается необходимость корректировки использования в системе лесопользования основополагающих понятий лесоводства – леса, содержания, сохранения лесов, лесопользования – экологического и ресурсного, приведения их в соответствие с общими тенденциями социально-экономического развития в стране и в мире в целом.

*Ключевые слова:* лес, лесопользование, заготовка древесины, сохранение лесов

Scientific article

## FOREST USE IN THE 21ST CENTURY: THE NEED TO BE ADJUSTED TO THE FUNDAMENTAL CONCEPTS AND PRINCIPLES OF IMPLEMENTATION

**Vladimir I. Zheldak**

All-Russian Research Institute for silviculture and Mechanization of Forestry,  
Pushkino, Russia  
lesvig@yandex.ru

*Abstract.* In connection with the attitude towards the forest that is being formed in society, mainly as the most important component of the natural environment, while maintaining its importance as a source of forest resources, the need to adjust the use of the fundamental concepts of forestry in the forest management system – forest, maintenance, forest conservation, forest use – ecological and resource, bringing them into line with the general trends of socio-economic development in the country and in the world as a whole.

*Keywords:* forest, forest use, timber harvesting, forest conservation

**Введение.** Пользование лесом, особенно его основной вид – заготовка древесины, имеет кардинальное значение для содержания, сохранения лесов на протяжении всего известного исторического периода обращения человека с лесом, от элементарной добычи древесины и других продуктов леса в далеком прошлом до современного ведения лесного хозяйства и лесопользования [1]. При этом важное положительное значение для сохранения, восстановления лесов и для лесоводства имеет появление возможности реализации идеи перехода в начале XX в. к постоянному (непрерывному неистощительному) лесопользованию, которую Г.Ф. Морозов определил как составляющую «душу лесоводства» [2]. Естественно, что достижение цели непрерывного неистощительного пользования лесом может быть обеспечено только разработкой и применением на практике лесоводственных мероприятий, базирующихся на закономерностях природных процессов лесообразования, формирования насаждений, смены поколений леса и смены пород.

Соответственно, при таком подходе к лесопользованию возникает практическая потребность в развитии лесоводства, выработке методов и приемов наиболее адекватного обращения с лесом в целях его эффективного воспроизводства, на первых этапах – «производства древесины», по выражению М. К. Турского [3], следовательно, восстановления и выращивания продуктивных насаждений, которые, как правило, эффективно выполняют естественные экологические функции. Совершенствование, развитие направления *«непрерывного неистощительного лесопользования»* (ННЛП) – *простого, расширенного лесовоспроизводства* (ЛВП) происходило на протяжении всего XX в. (по крайней мере на уровне *«руководящей идеи»*, реализуемой в той или иной мере в законодательстве, нормативных документах).

С 90-х годов XX в. – первых десятилетий XXI в. в стране, как и в мире в целом, в связи с нарастанием экологических проблем, в том числе с изменением климата и прогнозируемыми его отрицательными последствиями, происходит и существенная трансформация (переориентация) в общественном сознании и на уровне отдельного (каждого) человека отношения к природе и к лесу преимущественно как важнейшему компоненту окружающей природной среды и затем уже как источнику лесных ресурсов. Эта смена приоритетов нашла отражение в научных разработках и литературных источниках, в международных соглашениях, в частности, «о сохранении биоразнообразия», в переходе «от пользования лесом к устойчивому лесопользованию» [4, 5].

В виде руководящей идеи эти изменения и установки получают реализацию и в основополагающих документах лесной политики и стратегии развития лесного комплекса, в сочетании с реальной ориентацией



на интенсификацию ресурсного пользования лесом, в основном заготовки древесины, в том числе и при рубках ухода [6, 7].

В то же время для эффективного решения современных задач сохранения лесов, повышения уровня выполнения ими экологических, климаторегулирующих функций [8–10], вероятно, необходимо сменить принципиальный подход, по существу, к содержанию лесов с установлением приоритета непосредственного регламентирования, планирования, проектирования и осуществления мероприятий поддержания лесов в целевом состоянии, обеспечения на законодательном уровне установления и регулирования иерархически сбалансированного сочетания первоприоритетного экологического и дополняющего его приоритетного, сопутствующего рационального ресурсного пользования лесом (с учетом деления лесов по целевому назначению). Соответственно, определена *цель работы* – корректировка содержания лесопользования в системе основополагающих понятий лесоводства, законодательного регулирования обращения с лесами и уточнение принципиальных установок его реализации в нормативно-правовом регламентировании лесоводственных мероприятий.

Для достижения цели решены задачи: обоснование уточнения состава лесопользования в сочетании с корректировкой определения леса, его дифференциация по целевому назначению с установлением для всех лесов приоритета экосистемного значения, назначение и пользование экологическими средообразующими благами при эффективном рациональном использовании лесных ресурсов. Решение задач осуществлялось на основе системного приоритетно-целевого метода лесоводства с анализом *материалов* литературных источников, положений Лесного кодекса РФ и нормативных правовых документов.

### **Результаты и обсуждение**

Для реализации формирующегося в социуме отношения к лесу как важнейшему компоненту окружающей природной среды, целесообразна существенная корректировка части основополагающих исходных понятий и установок законодательного регулирования обращения с лесом, адекватного отражения их в нормативных правовых документах, регламентирующих осуществление соответствующих мероприятий содержания (в законодательном выражении – сохранения) лесов, включая охрану, защиту, воспроизводство лесов и лесопользование.

В частности, необходимо восстановить и развивать научно обоснованное на протяжении всего исторического периода существования лесоводства рассмотрение леса как экологической системы и природного ресурса, т. е. с заменой используемого в Кодексе принципа «или-или» («экосистемы

или ресурса») на принцип «и-и» («экосистемы и ресурса») с постоянным приоритетом экологической *экосистемной сущности леса*. Фактически в современный исторический период начала (первых десятилетий) XXI в. требуется привести законодательное регулирование и нормативно-правовое регламентирование обращения с лесом в соответствие уже сложившемуся в обществе приоритетному отношению к лесу, в целом выполняющему жизнеобеспечивающие средообразующие и другие экологические функции.

В связи с этим уточнением (восстановлением) сущности леса в первую очередь представляется целесообразным скорректировать законодательное деление лесов по целевому назначению с закреплением за всеми лесами, в том числе в названии, *экологического приоритета их значения и назначения*. Следовательно, и основная часть лесов, выделенная в существующей системе лесного законодательства в виде «эксплуатационных лесов», выполняющих незаменимые глобальные и региональные экологические функции при эффективном рациональном пользовании лесными ресурсами, должна получить соответствующее терминологическое обозначение (название) и определение – *«Леса преимущественно глобального и регионального экологического назначения»* с последующим установлением для этих лесов режима содержания (сохранения), ориентированного на поддержание их в состоянии эффективного выполнения первоприоритетных экологических, а также и ресурсных функций.

Кроме исходного безальтернативного рассмотрения леса как экосистемы, выполняющей важнейшие средообразующие функции на глобальном, региональном и локальном уровнях, являющейся в то же время и источником лесных ресурсов, необходимо *восстановить и расширить понятие пользования лесом – приоритетно экологического и ресурсного* с учетом меняющихся природных условий, а также отношения к лесу в обществе, выполнению им естественных функций сохранения окружающей природной среды (остро востребованных современным социумом).

Соответственно, при таком варианте рассмотрения леса и пользования им, вероятно, *не должна сохраняться возможность выделять «эксплуатационные леса»*, экосистемы и тем более допускать или предусматривать «использование лесов», чтобы не могли появиться и «использованные леса» при ведении лесного хозяйства и лесопользовании, за исключением случаев определенной утраты участков леса при необходимости перевода земель лесного фонда в другие категории – для строительства, эксплуатации промышленных, хозяйственных, иных объектов (подлежащей компенсации за счет создания лесов, как правило, на участках, не используемых по целевому назначению нелесных земель).

В системе «содержания лесов» (при рассмотрении законодательного термина-выражения «сохранения лесов» преимущественно в той же трактовке), включающей деятельность по охране, защите, воспроизводству лесов, сбережения в динамике, может и должно обеспечиваться, по существу, непрерывное неистощительное эффективное пользование лесом – традиционное – лесными ресурсами и всегда – естественными экологическими благами, которое в современных условиях социально-эколого-экономического развития получает признанный социумом приоритет в совокупном пользовании лесом.

С реализацией, восстановлением иерархически сбалансированного приоритетно экологического экосистемного пользования лесом и ресурсно-лесозаготовительного лесными ресурсами, установленной скорректированной классификацией лесов по целевому назначению, необходимо дополнить существенными изменениями приведенное в Кодексе содержание понятия «рубков лесных насаждений» или, точнее «лесных рубок» с четким выделением в их составе лесоводственных рубок, в том числе рубок смены поколений леса, представленных в защитных лесах рубками ухода обновления насаждений, а в эксплуатационных – «рубками спелых, перестойных насаждений для заготовки древесины» – что совершенно некорректно даже в сравнении с определением в прошлом рубок главного пользования для заготовки древесины и возобновления леса.

При этом неизбежна замена исключительно эксплуатационного, лесозаготовительного подхода к общему ключевому определению «рубков лесных насаждений» (включающих в основном лесоводственные рубки ухода и смены поколений леса) – для заготовки древесины к тому же со сведением их к технологическим процессам (ст. 16 Лесного кодекса), которыми эти мероприятия должны реализовываться на практике. Необходимо *восстановить* на законодательном уровне *многофункциональную многоцелевую систему лесоводственных рубок* с приоритетом их экологического и сбалансированного с ним ресурсного назначения, соответственно, ухода за лесами и лесопользования. В ней будут выделяться *основные функциональные виды лесоводственных рубок* воспроизводства, содержания лесов (мероприятий ухода за лесом, смены поколений леса, санитарной, пожарной безопасности), *дифференцированные с учетом целевого назначения лесов* (на «функционально-целевые»), обеспечивающие и рациональное эффективное ресурсное пользование лесом, а также рубки, связанные и не связанные с созданием лесной инфраструктуры (прочие рубки).

Оптимальное целевое экологическое и ресурсное пользование лесом в пределах обеспеченного природным потенциалом лесорастительных условий, биологическими свойствами лесообразующих пород и формируемых

ими в этих условиях насаждений, в том числе при осуществлении лесоводственных мероприятий, достигается путем дифференциации их на основе лесоводственного районирования территории в сочетании с делением лесов – объектов лесоводства (ЛВО) по целевому назначению с выделением однородных по этим показателям «природно-целевых» ЛВО. В полной мере этот подход может быть реализован при развитии начатого еще в середине XX в. перехода к регламентированию лесоводственных мероприятий региональными нормативными документами и выполнении требования действующего законодательства – устанавливать нормативные правовые документы (правила), в том числе правила ухода за лесами и правила заготовки древесины, по лесным районам.

В связи с большим разнообразием индивидуальных свойств и характеристик участков насаждений даже в пределах одного лесного (точнее лесоводственного) района и принятого их деления по таксационным показателям (породам, классам возраста и др.) установленное жесткое (по существу шаблонное) регламентирование отвода участков для проведения мероприятий, особенно лесоводственных рубок, осуществления их и поэтапного контроля за качеством выполнения работ в соответствии с действующими правилами часто не обеспечивает поддержание целевого состояния насаждений по экологической и ресурсной продуктивности. Достижение целей лесовыращивания и комплексного экологического и ресурсного пользования лесом, вероятно, возможно при мотивированном выборе на основе рамочных нормативов правил оптимального режима их содержания, назначения наиболее эффективных вариантов мероприятий, в том числе по интенсивности, методам, срокам проведения, тщательного отбора деревьев в рубку и на выращивание не только при отводе участков (лесосек), но и непосредственно квалифицированными исполнителями при проведении лесоводственных рубок. При этом объективная оценка эффективности осуществления мероприятий содержания и использования лесов, в том числе лесных участков, переданных в пользование и управление, может обеспечиваться на основе данных постоянного дистанционного мониторинга лесов, проводимого с использованием современных технических средств и технологий *с определением уровня соответствия фактических показателей и характеристик состояния лесов – целевым.*

Экологически безопасное увеличение объема ресурсного пользования лесом достигается за счет наиболее полного охвата участков лесного фонда и лесовыращивания на землях иных категорий проведением необходимых лесоводственных мероприятий содержания лесов, ухода за лесами, а не путем их локальной концентрации, высокой (до критической) интенсивности рубок ухода (прореживаний, проходных рубок) в отдельных

средневозрастных и приспевающих насаждениях с рисками снижения общей продуктивности по циклу ЛВП, утраты биологической устойчивости.

**Заключение.** В связи с проявляющимися и прогнозируемыми процессами изменения климата, отрицательными последствиями антропогенного воздействия на леса – вырубки их в целях заготовки древесины, существенно изменившемся отношении к лесам в стране и в мире в целом, рассмотрения леса как важнейшего компонента окружающей природной среды, подлежащего сохранению, возрастает необходимость значительного изменения или замены на альтернативную установленной законодательством системы «сохранения и использования лесов» («СИЛ») в первую очередь путем существенной корректировки основополагающих понятий «содержания лесов и лесопользования» («СЛЛП»), сбалансированной смены приоритетов экологического и ресурсного значения, назначения лесов и соответствующего пользования лесом (с последующей реализацией их на уровне законодательного регулирования и нормативно-правового регламентирования проектирования и осуществления лесоводственных мероприятий).

Выполнение намеченной схемы уточнения использования основополагающих понятий лесоводства и лесопользования в системе управления лесами, установления приоритета экологического назначения всех лесов (с реализацией ее в законодательстве) обеспечит возможность максимального использования природного потенциала комплексной (эколого-ресурсной) продуктивности лесов, повышение эффективности выполнения лесами средообразующих, в том числе климаторегулирующих, функций при сохранении и увеличении совокупных объемов заготовки древесины для удовлетворения потребностей промышленности и хозяйства в ней, решения задач по замещению ископаемых углеводородов путем производства и использования продуктов биоэнергетики.

### ***Список источников***

1. Тарасенко В. П., Тепляков В. К. Русский лес в антропогене: Очерки истории народов и леса Европейской России за 25...30 тысяч лет. М. : Стагирит-М, 2003. 400 с., с ил.
2. Морозов Г. Ф. Избранные труды. Т. 1. М., 1970. 560 с.
3. Турский М. К. Лесоводство. М. : Сельхозгиз, 1954. 352 с.
4. Писаренко А. И., Страхов. В. В. Лесное хозяйство России: от пользования к управлению. М. : ИД «Юриспруденция», 2004. 552 с.
5. Конвенция о биологическом разнообразии, 1993 г. URL: <https://www.cbd.int/> (дата обращения: 02.07.2023).

6. Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждены распоряжением Правительства РФ от 26.09.2013 № 1724-р. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 02.07.2023).

7. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 года № 312-р. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 02.07.2023).

8. Мартынюк А. А., Филипчук А. Н. Изменения климата и леса: возможные последствия и план действий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5, № 1 (27). С. 276–279. EDN YQESON.

9. Залесов С. В. Лесоводство : учебник ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 295 с. ISBN 978–5–94984–754–1. EDN UWNOSI.

10. Королева Т. С., Константинов А. В., Шунькина Е. А. Угрозы и социально-экономические последствия изменения климата для лесного сектора. Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2015. № 3. С. 55–71.

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Даниил Викторович Лежнев<sup>1</sup>, Сергей Александрович Коротков<sup>2</sup>,  
Леонид Валерьевич Стоноженко<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московский государственный технический университет  
им. Н. Э. Баумана (Мытищинский филиал), Мытищи, Россия

<sup>1, 2</sup> Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Россия

<sup>3</sup> Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников  
и специалистов лесного хозяйства, Пушкино, Россия

<sup>1</sup> lezhnev.daniil@yandex.ru

<sup>2</sup> skorotkov-71@mail.ru

<sup>3</sup> stonozhenko@mgul.ac.ru

**Аннотация.** Рассмотрены основные проблемы лесопользования и лесопользования в Московской области. Площадь земель лесного фонда составляет 1914,2 тыс. га, а запас древесины – 360,5 млн м<sup>3</sup>. С 2017 г. наблюдается снижение объемов заготовки древесины при проведении сплошных санитарных рубок в Московской области: с 925 тыс. м<sup>3</sup> в 2017 г. до 376 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 г. Искусственное лесовосстановление составляет 77,3 % от общего объема лесовосстановительных мероприятий региона. Площадь рубок ухода в молодняках с 2014 по 2019 гг. снижается и недостаточна для формирования устойчивых насаждений.

**Ключевые слова:** лесопользование, защитные леса, лесовосстановление, рубки ухода, Московская область

Scientific article

## MAIN PROBLEMS OF FOREST MANAGEMENT IN THE MOSCOW REGION

Daniil V. Lezhnev<sup>1</sup>, Sergey A. Korotkov<sup>2</sup>, Leonid V. Stonozhenko<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch), Mytishchi, Russia

<sup>1, 2</sup> Institute of Forest Science, RAS, Uspenskoe, Moscow region, Russia

<sup>3</sup> All-Russian Institute of Continuous Education in Forestry, Pushkino, Russia

<sup>1</sup> lezhnev.daniil@yandex.ru

<sup>2</sup> skorotkov-71@mail.ru

<sup>3</sup> stonozhenko@mgul.ac.ru

**Abstract.** The main problems of forest management in the Moscow region are considered. The land area of the forest fund is 1914.2 thousand ha and the wood stock is 360.5 million m<sup>3</sup>.

Since 2017, there has been a decrease in the volume of wood harvesting during continuous sanitary logging in the Moscow region: from 925 thousand m<sup>3</sup> in 2017 to 376 thousand m<sup>3</sup> in 2021. Artificial reforestation accounts for 77.3 % of the total volume of reforestation activities in the region. The area of thinning from 2014 to 2019 reduced and is insufficient for the formation of sustainable stands.

**Keywords:** forest management, protective forests, reforestation, thinning, Moscow region

Основными задачами оптимизации лесопользования являются повышение продуктивности и поддержание устойчивости лесов [1, 2]. Современный лесной покров Московского региона состоит из сильно фрагментированных условно-коренных и производных лесов [3–5]. Возрастающая урбанизация влияет на лесные сообщества и приводит к увеличению спроса на экосистемные услуги [6, 7].

Леса Московской области подвержены интенсивному антропогенному воздействию, что приводит к изменениям в их породном составе, структуре и состоянии. Это требует особой организации работ на лесных территориях. Зональной растительностью большей части области являются хвойно-широколиственные, нередко характеризующиеся смешанным составом древостоя [8].

В Московской области продолжается интенсивное дачное строительство. При этом идет преобразование транспортной инфраструктуры. Построенная Центральная кольцевая автомобильная дорога фактически становится границей лесов, внутренняя часть которых нуждается в лесопарковом режиме ведения хозяйства. В настоящее время на расстоянии до 40 км от Московской кольцевой автомобильной дороги практически все леса переходят в тип анклавных лесов, полностью окруженных жилой инфраструктурой. Защитные леса Московской области требуют иного подхода, который не обеспечивается в настоящее время в полной мере.

Леса Московской области имеют достаточно большой ресурсный потенциал. Площадь земель лесного фонда на 01.01.2021 г., по данным Государственного лесного реестра, составляла 1914,2 тыс. га, а запас древесины – 360,5 млн м<sup>3</sup>. Леса на землях лесного фонда Московской области имеют важное природоохранное значение, занимая 42,1 % ее территории. На долю лесов Московской области приходится 9,6 % от общего запаса леса по Центральному федеральному округу.

В лесоправлении Московской области имеется ряд основных проблем:

- сокращение площадей хвойных и твердолиственных пород и увеличение площадей мягколиственных;
- увеличение площадей спелых и перестойных насаждений из-за отсутствия использования классических лесоводственных систем;



- уменьшение площадей хвойных молодняков в условиях недостаточного ухода за лесом;
- заготовка древесины проводится исключительно в рамках санитарных рубок;
- потенциальные возможности развития предприятий лесной промышленности Московского региона не реализуются в полной мере.

По причине преимущественно защитных функций лесов Московской области в современный период истории размер лесопользования на протяжении последних 70 лет является относительно невысоким. Даже в период, когда в лесах Подмоскovie заготавливалась древесина в порядке проведения главных рубок, общий размер лесопользования на протяжении десятилетий составлял порядка 2 млн м<sup>3</sup>/год. При этом расчетная лесосека по среднему приросту всегда превышала 6 млн м<sup>3</sup>/год, а спрос на древесину в Московском регионе стабильно высокий и значительно превышает объем заготовки леса.

С момента вступления в силу настоящего Лесного кодекса РФ (2007) заготовка древесины рубками спелых и перестойных насаждений в Московской области прекратилась [9]. Также перестали заготавливать древесину при проведении рубок ухода, так как прореживания и проходные рубки также исчезли из лесохозяйственных регламентов региона. Этим объясняется крайне низкий объем заготовки древесины в 2008–2010 гг. Увеличение объемов заготовки древесины с 2011 г. связано с экстремальными засухами и пожарами 2010 г. Это привело к последующему усыханию еловых формаций из-за массового размножения короеда-типографа. В 2013–2014 гг. размер изъятия древесины при проведении санитарных рубок (преимущественно сплошных) приблизился к отметке 3 млн м<sup>3</sup>/год и по ряду лесничеств Московской области превысил расчетную лесосеку. Вследствие снижения количества погибших насаждений (с нарушенной и утраченной устойчивостью) с 2017 г. наблюдается стабильное снижение объемов заготовки древесины в Московской области при проведении сплошных санитарных рубок (с 925 тыс. м<sup>3</sup> в 2017 г. до 376 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 г.) (рис. 1).

Динамика площадей сплошных санитарных рубок, осветлений и прочисток с 2007 по 2021 гг. показана на рис. 2.

Площадь рубок ухода в молодняках с 2014 по 2019 гг. снижается и совершенно недостаточна для формирования целевых характеристик насаждений первого класса возраста.

Значительные размеры сплошных санитарных рубок, проводившихся с 2011 г., потребовали увеличения объемов работ по лесовосстановлению. При этом выросла потребность в посадочном материале. Однако питомники Московской области не справлялись с требуемыми объемами. Значительный дефицит посадочного материала наблюдался с 2014 г. и составлял от 21 до 39 млн шт./год.



Рис. 1. Расчетная лесосека и фактическая рубка в Московской области за 2007–2021 гг.

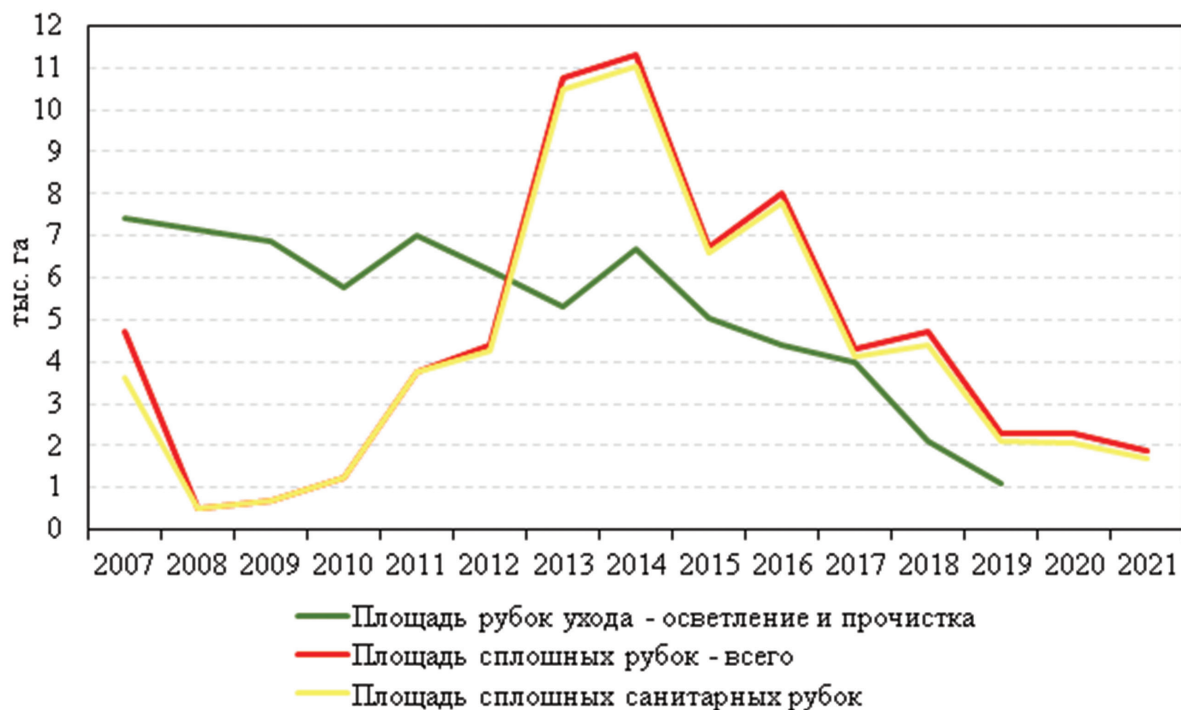


Рис. 2. Площадь рубок в Московской области за 2007–2021 гг.

Площадь искусственного лесовосстановления за 5 лет (2013–2017 гг.) составила 30,1 тыс. га. По данным Департамента лесного хозяйства по Московской области, в лесных питомниках выращено 54,4 млн шт. стандартного посадочного материала, при потребности 105 млн шт., т. е. дефицит составил 50,6 млн шт. (51 %). Недостающее количество стандартного посадочного материала закупалось в других регионах.

В ассортименте посадочного материала более 95 % составляют ель и сосна. Другие породы (лиственница, дуб и липа) представлены незначительно. Отсутствие возможности создания различных схем смешения и формирования в потенциально сложные мультипородные насаждения, по нашему мнению, скажется на устойчивости древостоев Московской области в будущем.

Искусственное лесовосстановление Московской области составляет 77,3 % от общего объема лесовосстановительных мероприятий региона (рис. 3).

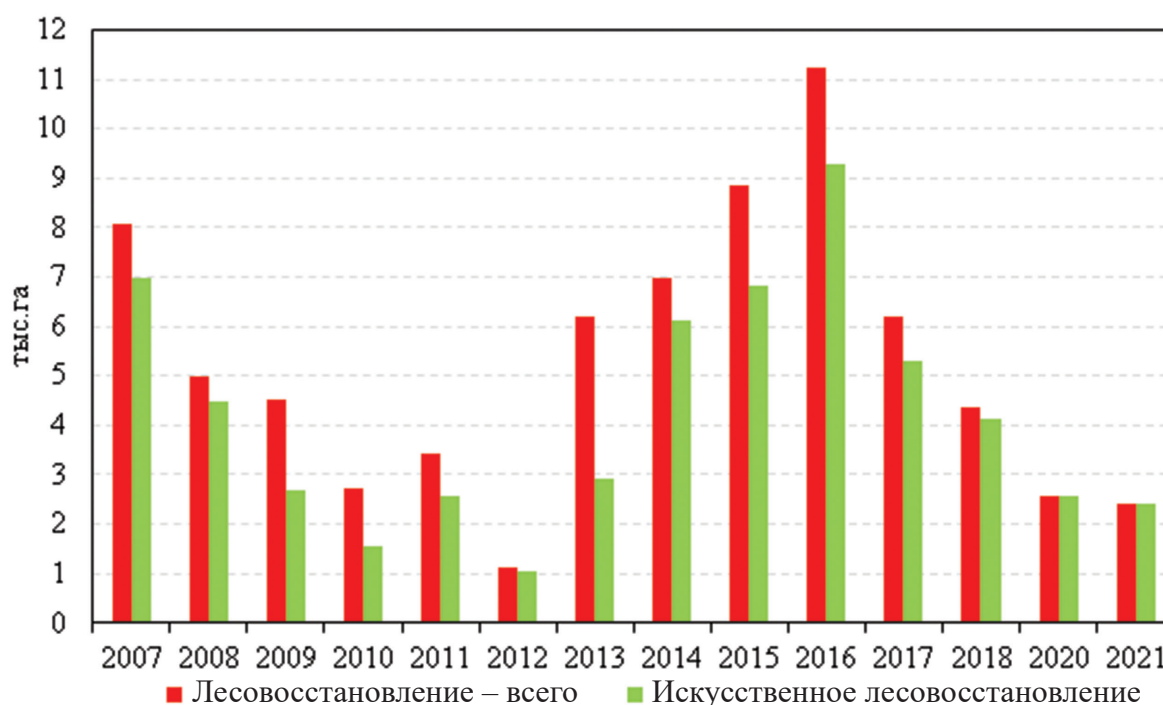


Рис. 3. Площадь лесовосстановления в Московской области за период 2007–2021 гг.

Значительные расходы по ведению хозяйственной деятельности в лесах Московской области необходимо компенсировать доходами от различных видов использования лесов. При этом специфика лесопользования лесов Московской области заключается в том, что самым доходным видом является использование для осуществления рекреационной деятельности [10].

Таким образом, исходя из вышеизложенного следует отметить, что в лесопользовании Московской области имеется ряд существенных проблем:

- заготовка древесины осуществляется только при проведении сплошных санитарных рубок;
- значительный недостаток необходимого объема посадочного материала для создания лесных культур в лесных питомниках региона;
- объем рубок ухода в молодняках не обеспечивает формирования насаждений с целевыми характеристиками для защитных лесов.

### *Список источников*

1. Интенсификация лесопользования путем совершенствования нормативно-правовых документов / С.В. Залесов, П.Н. Сураев, Н.П. Бунькова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 10 (124). DOI: 10.23670/IRJ.2022.124.17.

2. Коротков С. А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины. М. : АНО «ДОБЛЕСТЬ ЭПОХ», 2023. 168 с.

3. Кузнецова Н. Ф., Сауткина М. Ю. Состояние лесов и динамика их породного состава в Центральном федеральном округе // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. 2019. № 2. С. 25–45.

4. Ермоленко А. А. Анализ состояния и причин изменения лесистости в Центральном федеральном округе: сложившаяся практика и возможные решения // Лесохозяйственная информация. 2018. № 4. С. 55–65. DOI 10.24419/LNI.2304–3083.2018.4.06.

5. Лежнев Д. В., Меняева В. А., Кривошапов Н. Ф. Структура сосняков сложных национального парка «Лосиный остров» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : материалы XX Международной научно-технической конференции, Вологда, 06 декабря 2022 года / Ответственный редактор Е. А. Иванищева. Вологда : Вологодский государственный университет, 2022. С. 152–158.

6. Abad-Segura E. et al. Remote sensing applied in forest management to optimize ecosystem services: advances in research // Forests. 2020. Т. 11, № 9. С. 969.

7. Murat A. Silviculture and tree breeding for planted forests // Eurasian Journal of Forest Science. 2020. Т. 8, № 1. С. 60–69.

8. Стоноженко Л. В., Коротков С. А., Теплов О. А. Динамика лесных ресурсов и лесопользования Московской области // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2017. № 3. С. 94–105.

9. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ. Собрание Законодательства РФ. 11.12.2006 г. № 50. Ст. 5278. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 23.05.2023).

10. Постановление Губернатора Московской области от 21.03.2019 № 116-ПГ «Об утверждении Лесного плана Московской области на 2019–2028 годы». URL: <https://klh.mosreg.ru/dokumenty> (дата обращения: 23.05.2023).

Научная статья  
УДК 470.57

## ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДУРАЛЬЯ И ЮЖНОГО УРАЛА

**Алексей Юрьевич Кулагин**

Уфимский институт биологии Уфимского федерального  
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия  
coolagin@list.ru

**Аннотация.** В Предуралье и на Южном Урале региональный аспект лесопользования ориентирован на корректировку породного и возрастного состава лесных насаждений в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Такой подход определяет усиление биосферных средообразующих функций лесов и формирование лесосырьевой базы деревообрабатывающей промышленности в условиях выраженной антропогенной трансформации природных ландшафтов.

**Ключевые слова:** лесопользование, лесовосстановление, экологическая видоспецифичность лесообразующих видов

**Благодарности:** работа была проведена с использованием оборудования центра коллективного пользования «Агидель» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 123020700152–5 FMRS-2023–0008 «Устойчивость лесообразующих древесных видов и эколого-биологические адаптации с учетом антропогенной трансформации ландшафтно-природных комплексов».

Scientific article

## FEATURES OF FOREST MANAGEMENT AND NATURE MANAGEMENT UNDER CONDITIONS CIS-URALS AND SOUTHERN URALS

**Aleksey Yu. Kulagin**

Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Ufa, Russia  
coolagin@list.ru

**Abstract.** In the Cis-Urals and the Southern Urals, the regional aspect of forest management is focused on adjusting the species and age composition of forest plantations in the medium and long term. This approach determines the strengthening of the biospheric environment-forming functions of forests and the formation of the forest raw material base of the woodworking industry in conditions of pronounced anthropogenic transformation of natural landscapes.

**Keywords:** forest management, reforestation, ecological species specificity of forest-forming species

**Acknowledgments:** the work was carried out using the equipment of the Agidel collective use center as part of planned studies on the budget topic No. 123020700152–5 FMRS-2023–0008 “Stability of forest-forming tree species and ecological and biological adaptations, taking into account the anthropogenic transformation of landscape and natural complexes”.

Рассматривая вопросы оптимизации лесопользования в России, следует отметить, что в историческом плане при освоении территорий происходила смена приоритетов в соответствии с особенностями природопользования, развития инфраструктуры, населенных пунктов, промышленности, транспорта, социально-экономического развития отдельных территорий [1, 2].

Анализ изменений лесного покрова в Предуралье за период 1850–2020 гг. свидетельствует о том, что сельскохозяйственное освоение территорий и промышленное строительство сопровождалось вырубкой лесов [3]. При этом современные требования природоохранного законодательства и необходимость сбалансированного социально-экономического развития отдельных территорий сопровождаются мероприятиями по сохранению и реконструкции существующих лесных насаждений, лесовосстановлению и защитному лесоразведению.

Ведение лесного хозяйства основывается на принципах сохранения и воспроизводства средообразующих и природоохранных функций лесов [4–6]. В Республике Башкортостан лесопользование традиционно носит ярко выраженный региональный и комплексный характер [5–8]. К числу ключевых относятся следующие задачи: сохранение ресурсно-экологического потенциала лесов; повышение качественного состояния и биоразнообразия в лесах; повышение лесистости территории за счет увеличения объемов лесовосстановления и лесоразведения; развитие лесоперерабатывающей промышленности, в том числе предприятий по глубокой переработке древесины; социально-экономическое развитие территориально промышленных комплексов.

Разнообразие лесорастительных условий в Предуралье, на Южном Урале и в Зауралье приводит к формированию древостоев от Ia до Va классов бонитета. При этом преобладают леса III класса бонитета – 44,3 % покрытой лесной растительностью площади. Лесные насаждения II класса бонитета занимают 23,3 %, IV – 22,2 %, I – 4,5 %, V – 4,3 %, Va – 0,8 % и Ia – 0,6 %. Основными лесообразующими породами в светлохвойных лесах являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), в темнохвойных лесах – ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), в широколиственных лесах – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), в мелколиственных лесах – береза повислая (*Betula pendula* Roth) и осина (*Populus tremula* L.).

Приоритетной формой ведения лесного хозяйства выступают арендные отношения. При организации лесопользования на первое место выходят вопросы породного и возрастного состава насаждений, доступности лесных участков и определения разрешенных видов деятельности.

На протяжении длительного времени территориальный аспект лесопользования носит выраженный региональный характер. В качестве примера для Южноуральского региона можно привести запрет на рубку лиственницы в лесах Башкирской АССР в 1960 г., что было связано с сокращением площади лиственницы в составе лесов до 0,4 % от общей площади лесов. Согласно п.15 «Правил заготовки древесины» (Приказ Рослесхоза от 01.08.2011 г. № 337), не допускается рубка жизнеспособных деревьев ценных древесных пород, произрастающих на границе их естественного ареала (в случаях, когда доля площади насаждений соответствующей древесной породы в составе лесов не превышает 1 % от площади лесничества. Данный запрет действует до сих пор, так как площадь насаждений лиственницы Сукачева на территории Республики Башкортостан составляет 46 тыс. га (0,9 % от покрытых лесом земель лесного фонда). При этом согласно ст. 81 Лесного кодекса РФ и в «Перечне видов (пород) деревьев, заготовка которых не допускается» (Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 05 декабря 2011 г. № 513) отсутствуют лиственница сибирская и лиственница Сукачева.

Полученный опыт свидетельствует, что снижение экологических рисков современного лесопользования базируется на ретроспективном анализе изменений ландшафтно-природных комплексов [9]. К числу приоритетных относятся работы по ликвидации накопленного экологического ущерба на территориях, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, сопровождаемых разрушением природных комплексов, почвенного и растительного покровов, а также вторичным загрязнением окружающей среды. С учетом техногенной трансформации окружающей среды и ограничениями на сельскохозяйственное использование нарушенных земель, перспективной представляется лесная рекультивация с дальнейшим восстановлением биологической продуктивности.

К первостепенным задачам относятся улучшение ведения лесного хозяйства на транспортно-доступных и продуктивных лесных землях и на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования; лесовосстановление на арендованных лесных участках; мониторинг состояния лесных насаждений с учетом природно-климатических изменений и антропогенного воздействия; создание целевых лесных насаждений. Реализация проектов по лесовосстановлению, защитному лесоразведению, лесной рекультивации, озеленению городов и населенных пунктов связана с необходимостью



расширения сети лесных питомников по выращиванию качественного посадочного материала древесно-кустарниковых пород. Территориальное размещение питомников должно соответствовать специфике лесорастительных условий отдельных районов Предуралья, Южного Урала и Зауралья.

Оптимизация лесопользования в стратегическом плане ориентирована на сокращение потерь лесного хозяйства от пожаров, от последствий массового размножения вредителей и распространения болезней лесообразующих видов древесных пород, на обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов с целью повышения их продуктивности и качества. Проведение корректировки породного и возрастного состава лесных насаждений на основе учета экологической видоспецифичности лесообразующих древесных пород в среднесрочной и долгосрочной перспективе определяет усиление биосферных средообразующих функций лесов и формирование лесосырьевой базы деревообрабатывающей промышленности в регионе.

### *Список источников*

1. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : УГЛТУ. 2020. 294 с.
2. Естественное возобновление сосны в городских лесах города Тюмени (на примере экопарка «Затюменский») / А. В. Данчева, С. В. Залесов, Н. В. Лучкина, В. С. Коровина // Природообустройство. 2022. № 4. С. 124–131. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-124-131.
3. Особенности формирования ландшафтно-природных комплексов в промышленных городах Предуралья / О. В. Тагирова, Р. В. Уразгильдин, Р. Х. Гиниятуллин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 1. С. 4–18. DOI: 10.51318/FRET.2023.95.98.001.
4. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов. М. : Лесн. пром-сть, 1980. 264 с.
5. Попов Г. В. Леса Башкирии. Уфа : Башкир. книжн. изд-во, 1980. 144 с.
6. Абдулов М. Х. Комплексное использование недревесной продукции леса. Уфа : Изд-во БашГАУ, 1990. 98 с.
7. Лесной кодекс Российской Федерации, 2006 г. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 05.07.2023).
8. Лесной план Республики Башкортостан, 2008 г. URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 05.07.2023).
9. Кулагин А. Ю. Ретроспективный анализ формирования ландшафтно-экологического подхода при лесной рекультивации нарушенных ландшафтов // Лесной Вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26, № 6. С. 48–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-48-54.

Научная статья  
УДК 630\*651.72

## ВЕДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Регина Рафаиловна Байтурина<sup>1</sup>, Айгуль Айдаровна Габитова<sup>2</sup>,  
Эдуард Нафикович Талипов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>3</sup> Министерство лесного хозяйства Республики Башкортостан, Уфа, Россия

<sup>1</sup> aspirant\_bsau@mail.ru

<sup>2</sup> abigabi@yandex.ru

<sup>3</sup> talipov2008@yandex.ru

*Аннотация.* Ведение лесного хозяйства осуществляется на основании федерального законодательства и закона «О регулировании лесных отношений в Республике Башкортостан». Вопросы развития лесного комплекса республики входят в число приоритетов государственной политики.

*Ключевые слова:* лесной фонд Республики Башкортостан, лесовосстановление, лесные пожары, цифровизация лесной отрасли

Scientific article

## FORESTRY MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Regina R. Baiturina<sup>1</sup>, Aygul A. Gabitova<sup>2</sup>, Eduard N. Talipov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>3</sup> Ministry of Forestry of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

<sup>1</sup> aspirant\_bsau@mail.ru

<sup>2</sup> abigabi@yandex.ru

<sup>3</sup> talipov2008@yandex.ru

*Abstract.* Forest management is carried out on the basis of the federal legislation and the law «About regulation of forest relations in the Republic of Bashkortostan». Issues of development of the forest complex of the republic are among the priorities of state policy.

*Keywords:* forest Fund of the Republic of Bashkortostan, reforestation, forest fires, digitalization of the forest industry

Земли лесного фонда республики Башкортостан занимают 5,7 млн га (около 40 % территории республики). Основными лесобразующими породами являются береза, липа, осина, сосна. Они занимают около 90 % площади,

покрытой лесной растительностью. Общий запас древесины в лесах, расположенных на землях лесного фонда, составляет 779 млн м<sup>3</sup>. В текущем году максимально допустимый объем рубки составляет 10,6 млн м<sup>3</sup> – 1,3 % от общего запаса. По данным Министерства лесного хозяйства республики Башкортостан, в 2022 г. заготовлено около 1,5 млн м<sup>3</sup>.

По структуре заготовки – около 70 % объема приходится на арендаторов, 15 % – на краткосрочные аукционы в основном для субъектов малого и среднего предпринимательства, 13 % – отпускается населению.

Одной из задач лесного хозяйства является обеспечение лесоперерабатывающих предприятий сырьем. Для этого ведется постоянная работа по вовлечению лесов в хозяйственный оборот.

В республике работают около 2000 арендаторов на площади 1,45 млн га, что составляет 25 % от общей площади земель лесного фонда. Основным видом использования лесов является заготовка древесины. Кроме того, лесные участки предоставлены для осуществления иных видов деятельности – рекреация, сельское хозяйство, охота, линейные объекты и т.д. [2, 3].

Одним из наиболее приоритетных направлений правительства Республики Башкортостан в области лесных отношений является воспроизводство лесных ресурсов. С 2019 г. республика участвует в реализации федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология».

За четыре года Республика Башкортостан только по федеральному проекту получила около 1 млрд рублей на развитие лесного хозяйства. Направленные средства предусмотрены для реализации задач по увеличению площади лесовосстановления и лесоразведения, а также для снижения ущерба от лесных пожаров. Целевой показатель проекта – обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении на 100 % выполняется.

По искусственному лесовосстановлению в последние годы все масштабнее вовлекается население республики к посадкам деревьев. Весной в рамках международной акции «Сад Памяти», республиканской акции «Зеленая Башкирия» было высажено более 580 тыс. саженцев и семян. Приняло участие в акциях 350 тыс. человек. Осенняя посадка леса уже традиционно проводится в рамках всероссийской акции «Сохраним лес», которая проходит с 12 сентября по 12 октября. Всего за период акции с помощью неравнодушных граждан высажено около 240 тыс. новых деревьев. Также в рамках проведения акции «Зеленая Башкирия» организовали мероприятие по высадке саженцев деревьев на территории Военно-патриотического парка Республики Башкортостан «Патриот» 30 сентября – в День сил специального назначения Росгвардии.

Согласно требованиям правил лесовосстановления, с текущего года 20 % искусственного лесовосстановления на территории региона должно выполняться с применением сеянцев с ЗКС с дальнейшим увеличением этой пропорции. Таким образом, учитывая договорные обязанности выполнения лесовосстановления, требования по применению сеянцев с ЗКС возлагаются солидарно на всех лесопользователей. Для реализации требований закона активно развивается тепличное хозяйство. В прошлом году лесхозами построено 20 теплиц для выращивания посадочного материала с ЗКС, в текущем году построили еще 26 теплиц. И до конца года запланировано к вводу еще 12 теплиц для обеспечения со следующего года потребностей всех республиканских лесопользователей в сеянцах с ЗКС – около 3 млн посадочного материала с ЗКС будем иметь. По сеянцам с открытой корневой системой проблем у нас не возникает – ежегодно традиционно 50–60 млн сеянцев мы выращиваем.

Человеческий фактор был и остается основной причиной возгораний в лесу. С начала пожароопасного сезона, который в прошлом году в республике начался 15 апреля, зарегистрировано 65 лесных пожаров на площади 313 га, в том числе на землях ООПТ федерального значения 2 пожара на площади 15 га [1, 3, 6].

В то же время анализ данных космического дистанционного мониторинга показывает достаточно большое количество возгораний на землях всех категорий. Но благодаря эффективной работе по профилактике лесных пожаров и своевременному привлечению сил и средств, нам удалось не допустить перехода возгораний в леса и добиться уменьшения площади и количества лесных пожаров. С помощью авиации обнаружено 20 лесных пожаров на общей площади 110 га – треть от общей площади. В целом, наибольшее количество пожаров традиционно зарегистрировано в районах Зауралья. Организованы 3 дополнительные точки дислокации: теперь специалисты вылетают не только из Уфы, но еще из Белорецка, Зилаира и Старосубханкулово. Это оптимальные точки, из которых удастся быстро среагировать на возгорания.

Сегодня космические технологии позволяют не только контролировать ситуацию с лесными пожарами, но и осуществлять профилактику и выявление фактов нарушений лесного законодательства. Площадь проведения дистанционного мониторинга использования лесов в республике ежегодно увеличивается. С 2018 г. по текущий год охват космомониторингом территории лесного фонда республики увеличился с 6 до 85 %.

В части организации контроля за незаконными рубками также усилена организация межведомственного взаимодействия по выявлению и пресечению незаконной заготовки древесины с МВД, прокуратурой, налоговыми

и таможенными органами. В текущем году государственными лесными инспекторами Республики Башкортостан проведено более 18 тыс. патрулированных территорий государственного лесного фонда, организованы и проведены межведомственные оперативно-профилактические операции «Лес», с ноября запланировано проведение операции «Ель-2022». Выявлено 137 фактов незаконных рубок лесных насаждений [3, 4, 5].

Результатом космомониторинга и усиления наземного контроля и надзора за лесными вырубками стало снижение объема незаконных рубок лесных насаждений в 3,4 раза по сравнению с прошлым годом. По показателям цифровизации лесной отрасли республика входит в десятку лучших субъектов. Минлесхозом проводится работа по переводу в электронный вид более 10 услуг. Одной из самых востребованных является предоставление выписок из государственного лесного реестра (ГЛР). С 2021 г. выписки выдаются в электронном виде через Единый портал государственных услуг (ЕПГУ), а также Региональный портал государственных услуг (РПГУ).

Отметим, что ведение лесного хозяйства осуществляется на основании федерального законодательства и закона «О регулировании лесных отношений в Республике Башкортостан». Вопросы развития лесного комплекса республики входят в число приоритетов государственной политики.

### ***Список источников***

1. Проблемы лесопользования, лесовосстановления, правового регулирования в области лесного контроля и надзора на территории Республики Башкортостан / Р.Р. Байтурина, В.Ф. Коновалов, Р.А. Иксанов, Э.Р. Ханова // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 2 (166). С. 38–43.

2. Лесной кодекс Российской Федерации: от 04 дек. 2006 № 200-ФЗ: принят Гос. Думой 08 нояб. 2006 г.: одобр. Советом Федерации 24 нояб. 2006 г.: (ред. от 29.12.2017) // СПС «Консультант Плюс».

3. Министерство лесного хозяйства Республики Башкортостан. URL: <https://forest.bashkortostan.ru/> (дата обращения: 30.01.2023).

4. Постановление Правительства РФ от 07.05.2019 № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка». URL: <https://www.garant.ru>prime>doc> (дата обращения: 30.01.2023).

5. Приказ Минприроды России от 25.03.2019 № 188 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка

разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений» (Зарегистрировано в Минюсте России 14.05.2019 № 54614). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-min> (дата обращения: 30.01.2023).

6. Iksanov R. Forestry violations as a global issue of legal regulation in the field of forest control and supervision: the krasnodar territory and the republic of bashkortostan case study / R. Iksanov, O. Khalikova, I. Vladimirov [et al.] // Journal of Forest Science. 2021. Т. 67, № 6. С. 272–284.

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СНИЖЕНИЯ ВОЗРАСТА СПЕЛОСТИ ДЛЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Наталья Михайловна Итешина<sup>1</sup>, Евгений Петрович Платонов<sup>2</sup>,  
Сергей Вениаминович Залесов<sup>3</sup>, Артем Сергеевич Попов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ижевский государственный аграрный университет, Ижевск, Россия

<sup>2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> iteshinanm@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> platonover@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> popovas@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Выполнен анализ целесообразности снижения возраста спелости в еловых насаждениях, произрастающих на арендных участках целлюлозно-бумажных предприятий. Отмечается минимизация рисков при выращивании еловых насаждений с коротким оборотом рубки и повышение продуктивности лесов.

**Ключевые слова:** ельники, возраст спелости, лесные пожары, эпилитотии насекомых, повышение продуктивности лесов

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственных заданий FEUZ–2021–0014 и FEUZ – 2023–0023 Министерства образования и науки Российской Федерации.

Scientific article

## JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF REDUCING THE AGE OF RIPENESS FOR SPRUCE PLANTATIONS

Natalya M. Iteshina<sup>1</sup>, Evgeniy P. Platonov<sup>2</sup>, Sergey V. Zalesov<sup>3</sup>, Artem S. Popov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Izhevsk State Agrarian University, Izhevsk, Russia

<sup>2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> iteshinanm@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> platonover@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> popovas@m.usfeu.ru

**Abstract.** The analysis of the feasibility of reducing the age of ripeness in spruce plantations growing on rental plots of pulp and paper enterprises is carried out. Mini-mization of risks in the cultivation of spruce plantations with a short felling cycle and an increase in forest productivity are noted.

**Keywords:** spruce forests, age of ripeness, forest fires, insect epiphytotics, increase in forest productivity

**Acknowledgment:** the work was carried out within the framework of the state tasks FEUZ – 2021–0014 and FEUZ – 2023–0023 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

Известно, что виды рода *Picea* Dietr. обеспечивают выращивание древесины для получения высококачественной целлюлозы. Не случайно основным сырьем для абсолютно большинства ЦБК на территории Российской Федерации являются еловые балансы.

При выращивании еловых насаждений следует учитывать биологические особенности ели, такие как медленный рост в молодом возрасте, обмерзание побегов при поздних весенних и ранних осенних заморозках, высокая ветровальность, обусловленная поверхностной корневой системой, низкая устойчивость против лесных пожаров и т. д.

В результате проведения сплошнолесосечных рубок коренные еловые насаждения, как правило, сменяются на производные мягколиственные [1, 2]. Так, площадь еловых насаждений в Пермском крае за период с 1948 по 2018 гг. сократилась на 1184,7 тыс. га [3] при увеличении площади березняков и осинников за тот же период на 1993,2 и 410,7 тыс. га соответственно.

Анализируя опыт выращивания еловых насаждений, нельзя не отметить периодическое массовое засыхание ельников, происходящее в различных регионах как нашей страны, так и за ее пределами [4, 5]. Большинство ученых связывают такое усыхание с засухами, обуславливающими иссушение верхних слоев почвы. Деревья ели, имеющие поверхностную корневую систему, испытывают стресс и ослабляют устойчивость, что приводит к массовому заражению их вторичными вредителями, в частности короедом-типографом (*Ips typographus* L.), и в конечном счете к гибели.

Действующими нормативными документами для еловых насаждений III и выше классов бонитета, произрастающих в эксплуатационных лесах, устанавливается возраст спелости 81–100 лет, а для насаждений IV и ниже классов бонитета – 101–120 лет. Для защитных лесов возраст спелости устанавливается на класс выше. Другими словами, рубка спелых и перестойных насаждений в ельниках теоретически возможна с 1981 года. Однако практический возраст рубки значительно выше. При выращивании пиловочника в ряде случаев это оправдано. Однако известно, что ель старше 100 лет интенсивно поражается корневыми и комлевыми гнилями. Следовательно, длительный срок выращивания еловых насаждений резко увеличивает риск массовых ветровалов.



Кроме того, если наиболее востребованными сортами являются еловые балансы, завышенный возраст спелости в ельниках приводит как к экономическим, так и биологическим негативным последствиям.

Так, выполненные нами исследования показали, что в еловых насаждениях Пермского края (южная подзона тайги) максимальный общий выход балансов и пиловочника наблюдается в 55-летних насаждениях II–III классов бонитета. При установлении возраста спелости 61–80 лет можно сократить оборот рубки на 25 %, что позволит повысить на соответствующую величину и продуктивность лесов.

Кроме того, при проектировании лесоводственных мероприятий и установлении возраста спелости нельзя не учитывать минимизацию рисков, которая обусловлена меньшей продолжительностью выращивания древостоев. Так, в частности, изменение климата обуславливает увеличение потенциальной пожарной опасности. Следовательно, опасность гибели еловых насаждений от пожара снижается на четверть, а практически на больший срок, поскольку в молодом возрасте ель выращивается под пологом березы, что естественно снижает пожарную опасность.

При снижении возраста рубки резко минимизируется опасность ветровалов. Последнее обусловлено тем, что в первые 30 лет лесовыращивания ель практически не страдает от ветровала из-за незначительной высоты и примеси лиственных пород, а в 60-летнем возрасте она может поступать в рубку.

Особого внимания заслуживает повреждение ельников вторичными вредителями. Выполненные исследования показали [6, 7], что деревья ели с диаметром на высоте 1,3 м практически не заселяются короедами. Последнее можно объяснить тонкой корой у деревьев менее 16 см на высоте 1,3 м. Вероятно, самка не может проложить при такой толщине коры маточный ход, либо личинки погибают при промерзании коры в зимний период. Целевое выращивание балансов практически исключает развитие очагов короеда типографа, что можно проследить и в материалах других исследователей [8].

Таким образом, сокращение оборота рубки за счет снижения возраста спелости обеспечит выращивание устойчивых еловых насаждений. При этом производство не только получит значительное количество дополнительной древесины, но и будет иметь древесину лучшего качества, поскольку деревья ели в возрасте до 60 лет практически не поражаются гнилью и имеют более тонкие сучья по сравнению с перестойными деревьями.

## **Выводы**

1. Для минимизации рисков гибели еловых насаждений целесообразно на арендных участках крупных целлюлозно-бумажных комбинатов снизить

возраст спелости с установлением последней по технической спелости на балансы.

2. Снижение возраста спелости на один класс позволит обеспечить повышение продуктивности лесов как минимум на 25 %.

3. При снижении возраста рубки помимо повышения продуктивности и снижения рисков существенно улучшится качество заготавливаемого сырья.

### *Список источников*

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

2. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

3. Ретроспективный анализ изменения площади насаждений различных пород в лесном фонде Пермского края / Т. А. Беляев, З. Я. Нагимов, И. В. Шевелина, В. А. Шерстнев // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 4 (71). С. 10–17.

4. Сарнацкий В. В. О причинах и следствии периодического аномального усыхания ели в лесах Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Вып. 72. Гомель : Ин. леса ИАН Беларуси, 2013. С. 118–130.

5. Ivanchina L. A., Zalesov S. V. The effect of spruce plantation density on resilience of mixed forests in the Perm Krai // Journal of Forest Science, 65, 2019 (7): 263–271. DOI: 10.17221/14/2019-LES.

6. Иванчина Л. А., Залесов С. В., Косенкова Е. И. Влияние размера деревьев ели на их устойчивость в условиях Прикамья // Известие Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 147–153.

7. Иванчина Л. А., Залесов С. В. Влияние усыхания на таксационные показатели одновозрастных еловых древостоев // Лесной журнал. 2018. № 6. С. 48–56 (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10/17238/issn 0536–1036.2018.6.48.

8. Защита еловых лесов от вспышек *Ips tyrographus* (обзор) / Н. Р. Пирихалова-Карпова, А. А. Карпов, Е. Е. Козловский, М. Ю. Гриценко // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 4. С. 55–67.

Научная статья  
УДК 630.2

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ И ЛЕСОВОДСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Владимир Иванович Желдак<sup>1</sup>, Эльвира Валерьевна Дорощенко<sup>2</sup>,  
Анастасия Николаевна Сычева<sup>3</sup>, Евгений Евгеньевич Живаев<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации,  
Пушкино, Россия

<sup>1, 2, 3, 4</sup> lesvig@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы упорядочения регламентирования основного вида пользования лесом – заготовки древесины с учетом корректировки основополагающих понятий леса, сохранения лесов и лесопользования, уточнения места, правил заготовки древесины в общей системе законодательного и нормативного правового обеспечения содержания лесов и пользования лесом в сочетании с совершенствованием правил ухода за лесами и других документов. Решение актуальных вопросов законодательно-нормативно-правового регламентирования ресурсного лесопользования связано с изменением природных и социальных условий.

**Ключевые слова:** регламентирование лесопользования, заготовка древесины, уход за лесом

Scientific article

## IMPROVING REGULATION AND SILVICULTURAL PROVISION OF FOREST USE

Vladimir I. Zheldak<sup>1</sup>, Elvira V. Doroshenkova<sup>2</sup>, Anastasia N. Sycheva<sup>3</sup>,  
Evgeniy E. Zhivaev<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> All-Russian Research Institute for silviculture and Mechanization of Forestry,  
Pushkino, Russia

<sup>1, 2, 3, 4</sup> lesvig@yandex.ru

**Abstract.** The issues of streamlining the regulation of the main type of forest use are considered – timber harvesting, taking into account the adjustment of the fundamental concepts of the forest, forest conservation and forest use, clarification of the place of timber harvesting rules in the general system of legislative and regulatory legal support for forest maintenance and forest use in combination with the improvement of the rules for the care of forests and other documents. The solution of topical issues of legislative and regulatory regulation of resource forest use is associated with changes in natural and social conditions.

**Keywords:** regulation of forest use, timber harvesting, forest care

---

© Желдак В. И., Дорощенко Э. В., Сычева А. Н., Живаев Е. Е., 2023

**Введение.** Несмотря на кардинальное изменение отношения к лесу – важному компоненту окружающей природной среды – на уровне общественного сознания в стране и в мире в целом, отраженное в международных соглашениях и национальной государственной лесной политике в современный исторический период (90-е гг. XX в.– первые десятилетия XXI в.), необходимости решения актуальной проблемы, связанной с изменением климата, в том числе с использованием природных свойств лесных экосистем абсорбции и консервации углерода [1–3], в практической управляемой и неуправляемой деятельности обращения с лесами многих регионов мира реально сохраняется приоритет пользования лесными ресурсами древесины, в том числе путем продолжающейся массовой вырубке ценных тропических лесов, имеющих особое климаторегулирующее значение [2].

В России, наряду с признанием на уровне государственного управления лесами, лесной политики и принципов лесного законодательства, безусловного приоритета экологического средообразующего значения лесов и необходимости их максимального сохранения путем охраны, защиты, воспроизводства лесов, интенсификация ресурсного пользования лесами, заготовки древесины, в связи с рубками лесных насаждений, по существу, имеет определяющее значение в законодательном регулировании и нормативном правовом регламентировании осуществления мероприятий содержания и использования лесов. Такой подход предусматривается непосредственно на законодательном уровне обращения с большей частью лесов, включенных в так называемые «эксплуатационные леса», массивы которых выполняют глобальные биосферные функции. Согласно части 3 статьи 12 Лесного кодекса «Эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продукции их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов». В состав видов использования лесов включены в основном виды пользования лесными ресурсами (статья 25 Кодекса). При этом Лесным кодексом не устанавливаются непосредственно экологические виды «использования лесов». На уровне лесного законодательства и нормативных правовых документов сохраняется исторически сложившийся приоритет ресурсного пользования лесом с установлением, дополнением и развитием правил заготовки древесины, видов лесосечных работ, а также расширением требований по отводу и таксации лесосек, непосредственному контролю использования лесов [4–6]. Соответственно, экологическое пользование лесом, при всей его признанной значимости, на законодательном и нормативно-правовом уровнях не получает отражения в определенных видах, которые должны обеспечиваться не опосредованно при осуществлении ресурсного пользования, в основном заготовки

древесины, а непосредственно – в первую очередь, в том числе в сочетании с рациональным использованием древесины и другими ресурсами.

В связи с этим определена *цель* – разработать лесоводственные предложения по совершенствованию исследования регламентирования и организации осуществления лесопользования, соответствующего уровню современного социально-экономического развития. Достижение цели предусматривается вариантным решением *задачи* – более или менее полного изменения положений законодательно-нормативно-правового регламентирования «сохранения и использования лесов» или существенной корректировки их с учетом уточнения основополагающих понятий – леса, содержания лесов и пользования лесами. Решение задачи в любом варианте осуществляется с использованием системного приоритетно-целевого *метода* лесоводства, обеспечивающего достижение оптимального результата в сложившихся природных и социально-экономических условиях.

### **Результаты и обсуждения**

*Совершенствование регламентирования лесопользования и сохранения лесов осуществляется с учетом корректировки отражающих их понятий в общей системе понятийного аппарата лесоводства. При этом восстановление исторически выработанного единого безальтернативного содержания понятия леса как экосистемы, выполняющей важнейшие экологические функции, являющейся в то же время источником лесных ресурсов, определяющее соответственно изменение классификации лесов по целевому назначению, во всех таксонах которой экосистемная составляющая является главной, а экологическое пользование лесом (средообразующее, водоохранное, защитное и др.) обязательным первоприоритетным в сочетании с рациональным ресурсным, обеспечивает возможность и необходимость уточнения и дополнения всей системы законодательного и нормативно-правового обращения с лесами, содержания (сохранения в динамике) лесов и лесопользования.*

*Непосредственная наиболее полная реализация этого подхода, вероятно, достигается при существенном изменении положений Лесного кодекса РФ, регулирующих содержание лесов и пользование лесом, путем замены принятого в нем ключевого элемента обращения с лесами – «использования леса как лесного ресурса», причем в основном древесины, применением рубок лесных насаждений в качестве основного *технологического инструмента* получения лесоматериалов – на содержание лесов системами лесоводственных мероприятий, включающими подсистемы лесоводственных рубок, обеспечивающих поддержание лесов в целевом состоянии эффективного выполнения экологических функций – первоприоритетного*

экологического пользования лесом, рационального использования при этом лесных ресурсов.

Уровень экологического пользования лесом (ПЛЭкл) – эффективность выполнения экологических функций обеспечивается не только его природным потенциалом (лесорастительных условий и биологических свойств лесообразующих пород, формируемых ими в этих условиях насаждений экосистем), но и управляющим или корректирующим воздействием на них лесоводственных мероприятий.

По существу, аналогично под действием тех же двух типов факторов обеспечивается потенциальный объем и качество ресурсного пользования древесиной, но реализуемый непосредственно при осуществлении мероприятий, в том числе стадийных, включающих вырубку деревьев – по стадиям цикла лесовоспроизводства (от осветлений до смены старых поколений леса) и в разной мере внестадийных – санитарных, противопожарных, переформирования, реконструкции нецелевых насаждений.

При установленном приоритете и непосредственной экономической заинтересованности осуществления ресурсного лесопользования – заготовки максимального объема качественной древесины, возникает неизбежное экономическое давление на изъятие при рубках ухода, выборочных рубках смены поколений леса деревьев определенных пород и качества (лучших хвойных, твердолиственных). Для сохранения таких деревьев при отводе участков и проведении лесоводственных мероприятий, поддержания насаждений в состоянии интенсивного роста, обеспеченного их природными свойствами, максимально возможного сохранения и увеличения прироста, продуктивности древостоев, накопления и консервации углерода, необходима смена приоритетных целей содержания лесов, подтвержденных социальной и законодательно-экономической мотивацией обеспечения первоприоритетного экологического и рационального ресурсного лесопользования. При реализации такого подхода насаждения будут сохраняться на протяжении всего *целевого по продолжительности цикла ЛВП в состоянии эффективного продуцирования* – выполнения экологических, климаторегулирующих функций, наиболее полного использования природного потенциала накопления ресурса древесины, что обеспечивает возможность увеличения совокупного объема и ресурсного пользования лесом.

Аналогично *снимается противоречие*, возникающее и при выборе – назначении древостоев в рубку разного породного состава и качества – при *установлении и обеспечении социальной и экономической мотивации* (заинтересованности) максимального сохранения (в динамике) насаждений, эффективно выполняющих первоприоритетные экологические функции в рамках определенного территориального образования, лесного участка,

полученного в управление и/или пользование. При этом исключается оставление без рубки насаждений с деградирующими древостоями и нередко молодым поколением, утрачивающим под пологом жизнеспособность.

Определенное *улучшение регламентирования мероприятий содержания лесов и обеспечения пользования лесом* может быть достигнуто в рамках действующей системы нормативных правовых документов (НПД) – правил санитарной и пожарной безопасности, лесовосстановления, ухода за лесами, заготовки древесины и других, путем внесения в них более или менее существенных изменений, а также дополнения системы в целом. Это может быть достигнуто при минимальной корректировке положений Лесного кодекса, в том числе уточнения содержания используемых принципиальных понятий, неизбежно отражающихся затем в НПД, регламентирующих и пользование лесом.

В этом варианте для реализации скорректированного с учетом смены приоритетов экологического и ресурсного назначения лесов, относившихся к «эксплуатационным», режима СИЛ *вместо чисто эксплуатационного освоения лесов* (предусмотренного ч. 3 ст. 12 Лесного кодекса) – *поддержка лесов в состоянии эффективного выполнения приоритетных экологических функций (преимущественного глобального и регионального значения) и обеспечения рационального ресурсного пользования лесом*, необходима разработка для них соответствующих приоритетно-целевых систем мероприятий (ПЦСЛВ), в том числе лесоводственных рубок смены поколений леса, а не рубок «спелых, перестойных насаждений для заготовки древесины» (ч. 2 ст. 16 Лесного кодекса).

Соответственно, в рамках существующей системы нормативных правовых документов (правил) потребуется разработка (составление) правил, регламентирующих рубки спелых, перестойных насаждений лесовозобновления и заготовки древесины в «эксплуатационных лесах» (тем более при изменении их названия и ЦНЛ) как приоритетных лесоводственных мероприятий, непосредственно решающих задачи возобновления леса, а не опосредованно при проведении рубок заготовки древесины (предпринимательской деятельности). При этом может быть использован опыт определения и регламентирования «рубок главного пользования» [7, 8], но с изменением приоритетов заготовки древесины и возобновления леса («рубок лесовозобновления – лесопользования» или «рубок лесовозобновления – заготовки древесины»).

В рамках существующей системы нормативных правовых документов, регламентирующих содержание (сохранение) лесов и лесопользование, также возможен вариант *целевого регламентирования мероприятий лесовозобновления – смены поколений леса* (с восстановлением в них экологического

приоритета) в выделенных, вместо «эксплуатационных лесов», «лесах глобального и регионального экологического назначения» путем установления соответствующего вида ухода за лесом, тем более, что в широком понимании при качественном проведении этих мероприятий они и являются, по существу, мерой ухода за лесом (в целях его сохранения в системе экологичной смены старых поколений леса с дополняющим приоритетом лесопользования – второго или третьего уровня) при дифференциации ЦНЛ (подобно выделению в прошлом лесов третьей и второй групп).

К тому же в связи с большим разнообразием на территории страны природных и экономических условий *регламентирование всех мероприятий содержания лесов и обеспечения лесопользования*, а также и (соответственно предпринимательской деятельности) заготовки древесины неизбежно должно осуществляться нормативными правовыми документами дифференцированно (в том числе согласно Лесному кодексу – по лесным районам), причем не фрагментарно, как в действующих правилах, а *с разработкой полноценных региональных правил* – продолжением реализации в практической деятельности нормативного регламентирования *одной из основополагающих идей отечественного лесоводства*. В середине прошлого века начата разработка региональных правил вместо единых нормативных документов (правил, наставлений, руководства) [8, 9]. При восстановлении и развитии этого направления регламентирования мероприятий охраны, защиты, воспроизводства лесов, назначение, планирование, проектирование и проведение лесоводственных рубок будет осуществляться более качественно в соответствии с региональными правилами блока содержания лесов, в том числе ухода за лесами, санитарной, пожарной безопасности, а не правилами заготовки древесины, которыми согласно их названию и назначению будет регламентироваться осуществление предпринимательской деятельности заготовки древесины, связанной с рубками лесных насаждений [4].

Поскольку реализация по существу альтернативного подхода нормативно-правового обеспечения сбалансированного приоритетно экологического и ресурсного пользования лесом в значительной мере зависит от правильного (качественного) отвода участков для проведения выборочных рубок смены поколений леса и рубок ухода, *наряду с осуществляемой модернизацией фактически традиционной системы отвода и таксации лесосек*, базирующейся на принципах непосредственного регламентирования осуществления работ и контроля за качеством их исполнения (затратной и, как показывает практика применения, не всегда результативной), необходимо развивать и другие варианты достижения целей эффективного СЛЛП. В частности, в рамках реализации полного мотивированного целевого осуществления мероприятий СЛЛП целесообразно совершенствовать организацию выполнения



мероприятий ухода за лесными насаждениями и смены поколений леса, включая отбор деревьев на оставление (дальнейшее выращивание) и в рубку в процессе проведения лесоводственных рубок обученными (и аттестованными) квалифицированными специалистами (вальщиками, операторами многооперационных машин). При этом надежный контроль качества – эффективности проводимых мероприятий осуществляется *на основе данных постоянного дистанционного мониторинга состояния лесных участков (лесов), оценки соответствия их характеристик установленным целевым.*

**Заключение.** Для обеспечения на практике (в лесном комплексе) фактически сложившегося уже в обществе отношения к лесу как важнейшему компоненту окружающей природной среды, приоритета экологического пользования лесом сформированы варианты лесоводственного совершенствования системы положений законодательно-нормативно-правового регламентирования обращения с лесами, с учетом корректировки основополагающих понятий, состава и иерархии правил содержания лесов и лесопользования, в том числе заготовки древесины (предпринимательской деятельности).

### ***Список источников***

1. Мартынюк А. А., Филипчук А. Н. Изменения климата и леса: возможные последствия и план действий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5, № 1 (27). С. 276–279. EDN YQESON.

2. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений / Е. А. Ваганов, Б. Н. Порфирьев, А. А. Широков [и др.] // Экономика региона. 2021. Т. 17. Вып. 4. С. 1096–1109. URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-4> (дата обращения: 02.02.2023).

3. Жижин С. М., Залесов С. В. Использование постагрогенных земель в целях депонирования углерода // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2023. № 63. С. 160–163. EDN RSOAID.

4. Приказ Минприроды России от 01.12.2020 № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации» (Зарегистрирован 18.12.2020 № 61553). URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 02.02.2023).

5. Приказ Минприроды России от 17.01.2022 № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки»

(Зарегистрировано в Минюсте России 15.02.2022 № 67278). URL: <https://prbprog.ru> (дата обращения: 02.02.2023).

6. Приказ Минприроды России от 17.10.2022 № 688 «Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о внесении изменений в Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденные приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.11.2022 № 71217). URL: <https://normativ.kontur.ru/document> (дата обращения: 02.02.2023).

7. ОСТ 56–108–98 Лесоводство. Термины и определения. М. : ВНИИЦ-лесресурс, 1998. 57 с.

8. Правила рубок главного пользования в равнинных лесах европейской части Российской Федерации: утв. Федерал. службой лесн. хоз-ва России 31.08.93. М. : Всерос. н.-и. информ. центр по лесн. ресурсам, 1994. 31 с.

9. Основные положения по рубкам главного пользования в лесах Российской Федерации. М. : ВНИИЦлесресурс, 1994. 32 с.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Эдуард Федорович Герц<sup>1</sup>, Александр Владиславович Солдатов<sup>2</sup>,  
Алина Флоритовна Уразова<sup>3</sup>, Дамир Амирович Загидуллин<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> soldatovav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> zagidullinda@gmail.com

**Аннотация.** Лес рассматривается как источник возобновляемого ресурса и среда обитания. В структуру предприятий по переработке древесного сырья региона необходимо ввести производства-утилизаторы отходов деревопереработки, а также низкокачественного и тонкомерного древесного сырья, получаемого при рубках ухода и, в первую очередь, древесины, заготовленной при рубках спелых и перестойных мягколиственных древостоев, характеризующихся, как правило, невысокой товарностью. Ярким примером такого производства служит предприятие Уфимского подразделения Кроношпан.

**Ключевые слова:** лесной комплекс, рубки, объем заготовки древесины, Кроношпан, утилизатор, низкокачественная древесина

Scientific article

## CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE FOREST COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Eduard F. Gerz<sup>1</sup>, Aleksander V. Soldatov<sup>2</sup>, Alina F. Urazova<sup>3</sup>, Damir A. Zagidullin<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> soldatovav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> zagidullinda@gmail.com

**Abstract.** The forest is considered as a source of renewable resource and habitat. It is necessary to introduce into the structure of wood raw materials processing industries in the region the production of wood processing industry waste utilizers, as well as low-quality and

small-sized wood raw materials obtained during thinning and, first of all, wood harvested during felling of ripe and overmature soft-leaved forest stands, characterized, as a rule, by low marketability. A striking example of such production is the production of the Ufa division of Kronospan.

**Keywords:** forest complex, logging, logging volume, Kronospan, recycler, low-quality wood

К началу XXI в. отношение населения к окружающей среде и в частности к лесам значительно изменилось. Сегодня мы уже воспринимаем лес не только как источник материальных благ, но и как комфортную среду. Причин для этого много: это и возросший уровень жизни, и меняющиеся климатические условия. Лес для россиян – излюбленное место отдыха и источник повышенной опасности, имея в виду количество лесных пожаров текущего года. Эти обстоятельства формируют в обществе более высокие требования к уровню ведения лесного хозяйства, что предполагает перестройку системы пользования лесами. Наряду с производством материальных благ, лесной комплекс должен обеспечивать безопасность совершенствованием лесопользования в части снижения техногенных и экологических угроз. Неразрывная связь лесного хозяйства и лесопромышленного производства предопределяет необходимость их совместного и даже синхронного развития.

Наглядным примером, иллюстрирующим эту связь, может служить состояние лесного фонда Республики Башкортостан. Регион с населением более 4 млн человек и плотностью населения более 28 чел./км<sup>2</sup> обладает значительными запасами лесных ресурсов. Общая площадь земель лесного фонда и лесов, не входящих в лесной фонд Башкортостана, – 6,3 млн га, в том числе покрытая лесом – 5,7 млн га. Общие запасы древесины в лесах республики оцениваются в 768,7 млн м<sup>3</sup>, при среднем ежегодном приросте 2,9 м<sup>3</sup>/га. При этом уровень использования расчетной лесосеки на 2020 г. составил 27,3 % [1].

Уровень пользования расчетной лесосеки по лесничествам варьирует в широком диапазоне. К лесничествам со средним уровнем фактической заготовки древесины (показатель заготовки на 1 га лесных земель, в том числе и по арендованным участкам, составляет от 0,8 до 1,5 м<sup>3</sup>) относятся только 6 лесничеств: Баймакское, Зилаирское, Иглинское, Учалинское, Салаватское, Тирляновское. Остальные 25 лесничеств РБ характеризуются низким уровнем фактической заготовки древесины.

Необходимо отметить, что недостаточное количество дорог является не самым существенным фактором для объяснения низкого уровня лесопользования. Плотность всех автомобильных дорог в Республике Башкортостан составляет более 260 км на 1000 км<sup>2</sup>, в том числе дорог общего пользования –

206,3 км на 1000 км<sup>2</sup>. Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием в республике составила 236,5 км на 1000 км<sup>2</sup>.

Ситуация осложняется тем, что распределение общей площади лесов РБ по группам возраста крайне неравномерное (табл. 1) [2]. Доля молодняков составляет 18,2 %, средневозрастных насаждений – 21,2 %, приспевающих – 14,2 %, спелых и перестойных – 46,4 %. Обращает на себя внимание недостаточное количество приспевающих насаждений, являющихся ближайшим резервом для лесозаготовки. Этот факт характерен для всех групп древесных пород.

Таблица 1

Породный состав и возраст лесов Республики Башкортостан (га/%)

Группа возраста	Общая площадь	В том числе по группам древесных пород		
		хвойные	твердолиственные	мягколиственные
Молодняки	937119 / 18,2	557742 / 48,7	19768 / 4,3	359609 / 10,1
Средневозрастные	1096871 / 21,2	174922 / 15,3	117178 / 25,5	804771 / 22,6
Приспевающие	732984 / 14,2	131286 / 11,5	60720 / 13,3	540978 / 15,2
Спелые и перестойные	2395778 / 46,4	281078 / 24,5	261104 / 56,9	1853596 / 52,1
Всего	5162752 / 100	1145028 / 100	458770 / 100	3558954 / 100

Среди хвойных пород преобладают молодняки, доля которых по площади составляет 48,7 %. Это свидетельствует не только об успешности естественного возобновления на вырубках хвойных насаждений и эффективности лесокультурного производства в РБ, но и высоком уровне рубок в прошлые периоды. Положительное влияние на высокую долю хвойных молодняков оказал рост объемов лесохозяйственного ухода в хвойном хозяйстве РБ.

Твердолиственное и мягколиственное хозяйства характеризуются большим накоплением спелых и перестойных насаждений, доля которых по площади в первом хозяйстве составляет 56,9 %, а во втором – 52,1 %. Среди твердолиственных и мягколиственных насаждений очень мало молодняков (4,3 % и 10,1 % соответственно). В целом, улучшение возрастной структуры этих хозяйств возможно только за счет вовлечения в хозяйственный оборот древесины твердолиственных и мягколиственных пород и увеличения объемов рубок спелых и перестойных насаждений [3].

При этом совершенно очевидно, что при традиционной структуре лесопользования, ориентированной в основном на переработку деловой хвойной древесины, исправление этой диспропорции невозможно. В структуру

производств по переработке древесного сырья региона необходимо ввести производства-утилизаторы отходов деревоперерабатывающих производств, а также низкокачественного и тонкомерного древесного сырья, получаемого при рубках ухода и, в первую очередь, древесины, заготовленной при рубках спелых и перестойных мягколиственных древостоев, характеризующихся, как правило, невысокой товарностью. Ярким примером такого производства служит Уфимское подразделение Кронашпана [4]. Холдинг Кронашпан крупнейший мировой производитель древесных плит. Его предприятия работают в 21 стране мира. В настоящее время предприятия Кронашпан работают в ряде регионов России: Московской, Пензенской областях и республике Башкортостан. До настоящего времени эти предприятия не имели своего лесозаготовительного подразделения и закупали необходимое сырье (балансы и отходы лесопильных производств). Однако зависимость от рынка при отсутствии гарантированных поставок сырья представляют собой серьезные риски для динамичного развития производства. Так, предприятие Кронашпан в г. Уфа в настоящее время выпускает 700 тыс. м<sup>2</sup> OSB и 850 тыс. м<sup>2</sup> ДСП ежегодно. Продукция предприятия реализуется на внутреннем рынке (порядка 2/3), при этом Кронашпан является крупнейшим экспортером Башкортостана. На предприятии работает более 600 человек. Вывод производственных мощностей на проектную мощность в настоящее время предполагает гарантированное обеспечение сырьем [5].

В настоящее время ООО «Кронашпан ОСБ» организует работу на арендных участках в 8 лесничествах РБ характеристика арендных участков и ежегодный объем заготовки древесины при рубках спелых и перестойных древостоев/при уходе за лесом приведены в табл. 2.

Основной объем заготовки древесины предусмотрен в эксплуатационных мягколиственных древостоях – 92,97 %, а во всех хозяйственных секциях защитных лесов суммарный объем заготовки составит 0,14 %. Рубками ухода в целом предусмотрена заготовка 5,84 % древесины.

Широкое внедрение производств-утилизаторов низкокачественной древесины должно быть направлено прежде всего на качественное изменение отношения к лесам. Для регионов с высокой плотностью населения на передний план выходят проблемы безопасности и качества жизни. При этом в хозяйственном плане необходимо постоянно:

- поддерживать высокий уровень освоения расчетной лесосеки;
- улучшить качественное состояние лесов за счет вовлечения в переработку мягколиственной древесины и интенсификации рубок ухода;
- производить высокотехнологичную продукцию, обладающую признаками импортозамещающей для российского рынка.

**Характеристика арендных лесов  
и ежегодный объем заготовки древесины**

Лесничество	Площадь, тыс. га	Расчетная лесосека, тыс.м <sup>3</sup>	Ежегодный объем заготовки, м <sup>3</sup>					
			В защитных лесах			В эксплуатационных лесах		
			хв.	тв. л	мяг. л	хв.	тв. л	мяг. л
Туймазинское	26,8	99,2	-/37	-/-	50/-	2434/4198	3060/51	88008/1353
Уфимское	3,3	15,6	-/-	-/-	8/-	644/71	-/-	14871/42
Иглинское	12,1	73,7	-/-	-/-	-/-	-/577	92/88	72140/760
Архангельское	32,4	112,2	-/-	30/-	370/-	76/330	13722/-	96698/948
Гафурийское	12,7	48,3	-/4	-/-	100/-	-/60	4686/75	42915/469
Нуримановское	15,3	35,2	-/45	-/-	13/216	666/373	3704/37	23367/6794
Караидельское	7,1	38,9	-/-	-/-	22/-	1090/24	-/13	36446/1272
Салаватское	24,4	49,7	-/-	-/-	-/-	834/743	31/-	35681/12364
Белокатайское	24,7	86,0	-/-	-/-	-/-	312/450	-/-	84088/1185
Итого, %	158,8	558,7 100	-/86 -/0,01	30/- 0,00/	563/216 0,10/0,04	6056/6826 1,08/1,22	25295/264 4,53/0,05	494214/25187 88,45/4,52

**Список источников**

1. Министерство лесного хозяйства Республики Башкортостан. URL: <https://forest.bashkortostan.ru/presscenter/news/336809/?ysclid=lf2mr3wqbq907900947> (дата обращения: 10.04.2023).

2. Лесной план Республики Башкортостан. Уфа, 2018. URL: <https://cloud.mail.ru/public/eNyv/TqvDKUPqN> (дата обращения: 10.04.2023).

3. Выбор технологии лесосечных работ в условиях устойчивого лесопользования / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2015. № 4 (55). С. 12–22.

4. Загидуллин Д. А., Герц Э. Ф. Перспективы заготовки древесины ООО «КРОНОШПАН ОСБ» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2023. С. 129–132.

5. Ассоциация Лестех. URL: <https://alestech.ru/factory/624-kronospan?ysclid=laj2bzallh620736282> (дата обращения: 10.04.2023).

Научная статья  
УДК 630: 62

## МОНИТОРИНГ И МОДЕЛЬ СБАЛАНСИРОВАННОГО РЫНОЧНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МНОГОЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**Михаил Павлович Чернышов**

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова,  
Воронеж, Россия  
lestaks53@mail.ru

*Аннотация.* Центральное Черноземье относится к малолесным регионам России и представлено только защитными лесами. Лесистость субъектов варьирует от 8,2 до 10,6 %. Предложена модель многоцелевого использования лесов Центрального Черноземья, а также уровни, критерии и алгоритм организации мониторинга.

*Ключевые слова:* Центральное Черноземье, мониторинг использования лесов

*Благодарности:* работа выполнена в рамках НИР по теме № 7 «Разработка модели многоцелевого использования лесов в условиях лесостепного района и района степей европейской части Российской Федерации».

Scientific article

## MONITORING AND MODEL OF BALANCED MARKET-ORIENTED MULTIPURPOSE FOREST USE OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

**Mikhail P. Chernyshov**

Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov,  
Voronezh, Russia  
lestaks53@mail.ru

*Abstract.* The Central Chernozem region belongs to the sparsely forested regions of Russia and is represented only by protective forests. The forest cover of the subjects varies from 8.2 to 10.6 %. A model for the multi-purpose use of forests in the Central Chernozem region as well as levels criteria and an algorithm for organizing monitoring are proposed.

*Keywords:* Central Chernozem region, forest use monitoring

*Acknowledgment:* the work was carried out within the framework of research work on topic No. 7 “Development of a model for the multi-purpose use of forests in the conditions of the forest-steppe region and the steppe region of the European part of the Russian Federation.



В России одновременно, но в разных масштабах реализуются две принципиально разных модели организации и развития лесопользования: интенсивная и экстенсивная [1]. Их достоинства и недостатки известны всем лесоводам, лесопользователям и органам власти. Принципиальные различия между ними состоят в том, что экстенсивный путь, который применяется преимущественно в эксплуатационных лесах, – исторически сложившийся, самый простой и менее затратный. Он направлен на инерционное освоение сохранившихся лесов в основном естественного происхождения и предусматривает вовлечение в оборот новых территорий с минимальным воздействием на процессы воспроизводства лесов на большей части территорий субъектов РФ. Последствия экстенсивной модели: снижение ресурсного и экологического потенциала лесов, убыточность или низкая рентабельность лесозаготовок, удаленность мест заготовок от мест переработки древесины, нестабильность лесобеспечения перерабатывающих производств, недостаток качественных вторичных лесов и др.

Экстенсивная модель использования лесов и лесных ресурсов в них, крайне неравномерно распределенных по обширной территории РФ, приводит к накоплению системных проблем, препятствующих переходу к устойчивому управлению лесами, включая организацию многоцелевого и эффективного их использования. К факторам, препятствующим прогрессирующему развитию современного и адаптивного лесопользования на всей территории России и в Центральном Черноземье (ЦЧ), относятся:

- недостаточная точность учета лесных ресурсов и отсутствие их экономической оценки;
- низкий технический уровень и качество лесохозяйственных работ при отсутствии критериев их оценки и нормативов готовой продукции;
- дефицит профессиональных кадров по воспроизводству и использованию лесов;
- слабая эффективность государственного лесного контроля и лесной охраны;
- отсутствие экономических стимулов улучшения качества лесохозяйственной деятельности, обусловленное недостатками современной системы финансирования и установления платежей за пользование лесом и разными видами лесных ресурсов.

Второй путь, применяемый преимущественно в защитных лесах отдельных субъектов РФ, предусматривает многоцелевое рыночно-ориентированное использование лесов при интенсивно-расширенном их воспроизводстве путем искусственного лесовосстановления. В рамках этой модели должно осуществляться многоцелевое использование лесов и лесных ресурсов в сочетании с контролируемым и целевым в рамках лесного планирования

воспроизводством лесов (в том числе плантационное лесовыращивание и рубки ухода), направленным на улучшение состояния, повышение качества и продуктивности лесов на всей территории лесничеств.

Под устойчивым управлением многоцелевым использованием лесов следует понимать применение таких режимов лесопользования и иных видов сопутствующей им хозяйственной деятельности, которые не только позволяют ежегодно и на постоянной основе изымать часть доступных лесных ресурсов, но и сохранять или даже повысить их ценность.

Режим лесопользования – это регламентированный набор лесоводственных ограничений или требований к планированию, организации и осуществлению тех или иных видов лесопользования и лесохозяйственных мероприятий на лесном участке. В ЦЧ доходность лесопользования и эффективность ведения хозяйства в защитных лесах и в разных их категориях защитности должны обеспечиваться не за счет увеличения объема заготовки древесины, а за счет развития других видов лесопользования [2].

Анализ Лесных планов Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской областей показал, что в разной степени востребованными видами использования лесов в регионе являются только 8–9, а именно:

- заготовка древесины;
- осуществление деятельности в сфере охотничьего хозяйства;
- ведение сельского хозяйства;
- осуществление научно-исследовательской и образовательной деятельности;
- осуществление рекреационной деятельности;
- осуществление геологического изучения недр, разведка и добыча полезных ископаемых;
- строительство и эксплуатация водохранилищ и иных искусственных водных объектов;
- строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов;
- осуществление религиозной деятельности.

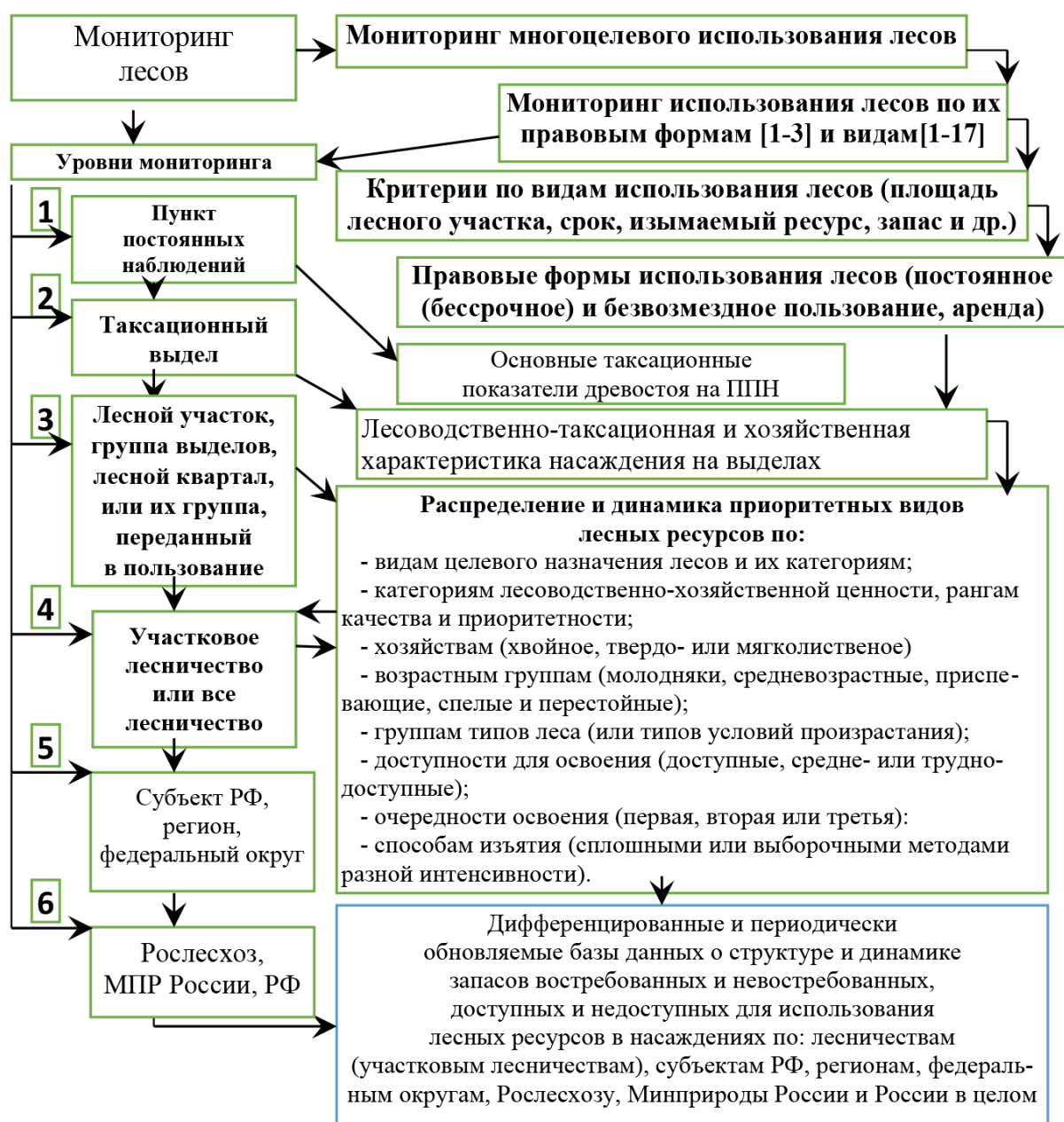
Остальные виды разрешенного использования лесов, предусмотренные статьей 25 Лесного кодекса РФ [3], в регионе не востребованы.

Существующие в регионе водные объекты могут быть использованы как составляющие элементы ландшафта при эксплуатации лесов для осуществления рекреационной деятельности, в целях ведения охотничьего хозяйства и рыболовства.

Разрабатываемая модель рыночно-ориентированного и сбалансированного многоцелевого использования лесов для условий лесостепной и степной лесорастительных зон европейской части РФ предусматривает возможность использования постоянной сети репрезентативных пунктов слежения

за параметрами наиболее распространенных их категорий в каждом лесничестве (участковом лесничестве, сформированном и поставленном на кадастровый учет лесном участке) и соответственно в каждом регионе в рамках государственной инвентаризации лесов, а также в форме составной части государственного мониторинга использования лесов согласно статье 61.1 Лесного кодекса РФ [3].

Предлагаемые уровни и соответствующие им критерии мониторинга в виде принципиальной схемы-алгоритма применительно к цифровизации [4] и модели их многоцелевого использования представлены на рисунке.



Общий алгоритм организации мониторинга многоцелевого использования лесов в Центральном Черноземье и РФ

В качестве первичного объекта мониторинга основным требованиям по его проведению наиболее полно отвечает постоянный пункт наблюдений (ППН), который закладывается в соответствующем лесном насаждении в наиболее типичном месте отдельно взятого лесотаксационного выдела (ТВ) соответствующего лесного участка лесничества.

С практической точки зрения ППН и ТВ как объекты мониторинга первого и второго уровня очень удобны строгой определенностью местоположения и относительным постоянством своих границ не только во времени и пространстве, но и на картографических материалах лесничеств.

Критериями мониторинга многоцелевого использования лесных насаждений в экосистемах разного ранга могут служить параметры, характеризующие отдельные объекты (элементы) внутри экосистем, а также динамику процессов массо- и энергообмена в них.

Так, на уровне ППН критериями мониторинга могут служить основные лесоводственно-таксационные показатели насаждения (возраст, состав, средние диаметр и высота, класс бонитета, полнота, запас на 1 га, класс товарности, санитарное состояние, наличие подлеска и подроста ценных пород и т. д.).

На уровне ТВ критериями мониторинга могут служить не только упомянутые выше средние для каждого выдела, включенного в лесной участок, таксационные показатели лесных насаждений, но и их хозяйственные характеристики (площадь, категория лесоводственно-хозяйственной ценности, степень и стадия деградации, стадия рекреационной дигрессии, происхождение, хозяйственная и транспортная доступность для использования выборочными методами, виды и оценка качества проведенных хозяйственных мероприятий и др.).

На уровне лесничества и субъекта РФ основными критериями могут служить показатели более высокого ранга, характеризующие структуру и состояние фонда лесных насаждений в динамике. Такими критериями могут быть:

- распределение и динамика площади (запасов древесины) лесных насаждений по видам целевого назначения лесов (защитные, эксплуатационные);

- категориям защитных лесов (леса ООПТ, водоохранные, защитные, ценные с соответствующими подкатегориями);

- категориям лесоводственно-хозяйственной ценности насаждений (мало-, средне- и высокоценные, кустарниковые и/или древесно-кустарниковые заросли);

- группам возраста (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные);

- группам типов леса или группам условий местопроизрастания;
- фондам хозяйственной и транспортной доступности (доступные, средне-, мало- и недоступные);
- по лесообразующим породам (дуб, сосна, ель, береза, ольха и т.д.) или группам пород (хвойные, твердо- и мягколиственные).

Эти укрупненные и одновременно дифференцированные критерии и показатели необходимы для разработки адекватных Лесохозяйственных регламентов лесничеств и Лесных планов субъектов РФ, для определения положительных и отрицательных тенденций, для слежения за динамикой и качеством лесного фонда в целях устойчивого управления лесами, для оптимизации их многоцелевого использования и целенаправленной замены не востребуемых экономически и экологически убыточных насаждений.

На уровне субъектов РФ, федерального округа РФ, Федерального агентства лесного хозяйства, Министерства природных ресурсов РФ и России в целом критериями могут служить укрупненные показатели более высокого ранга. Вместе с тем организация использования лесов должна обязательно сопровождаться их расширенным воспроизводством.

### **Выводы**

Приведенный выше общий алгоритм модели сбалансированного многоцелевого использования лесов можно дополнять и совершенствовать с учетом особенностей функционального и целевого назначения защитных лесов внутри лесостепной и степной лесорастительных зон европейской части РФ, а также в зависимости от их места расположения, от приуроченности к той или иной территории перспективного освоения лесов в каждом субъекте РФ в разрезе этих лесорастительных зон ЦЧ.

Переход на модель комплексного многоцелевого и сбалансировано-интегрированного использования защитных лесов в целом и каждого вида лесных ресурсов в отдельности является эффективным с экономической, экологической и социальной точек зрения.

### ***Список источников***

1. Распоряжение Правительства РФ «Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года» от 26 сентября 2013 года № 1724-р. URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.04.2023).

2. Основы устойчивого лесопользования : учебное пособие для вузов / М. Л. Карпачевский, В. К. Тепляков, Т. О. Яницкая, А. Ю. Ярошенко // Всемирный фонд дикой природы (WWF). М. : WWF России, 2014. 266 с.

3. Федеральный закон «Лесной кодекс Российской Федерации» от 4 декабря 2006 года № 200-ФЗ (с изменениями и дополнениям за 2008–2023 гг.). URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.04.2023).

4. Чернышов М.П. Цифровизация в области многоцелевого использования лесов и лесных ресурсов // Цифровые технологии в лесной отрасли : материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 19–20 мая 2022 г.). Воронеж, 2022. С. 43–46.

Научная статья  
УДК 630\*23

## ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ НА ВЫРУБКАХ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Лилия Валерьевна Зарубина**

Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина,  
Вологда, Россия  
liliya270975@yandex.ru

**Аннотация.** Наше исследование проводилось в июне – августе 2019 г. в Балтийско-Белозерском таежном районе. Объектами исследования стали 5 вырубок разной давности. В составе естественного возобновления доля подроста хвойных пород составляет не более 20 %. Характер распределения подроста по площади на участках – равномерный. По жизнеспособности сосновый и еловый подрост характеризуется как здоровый. Для восстановления коренного хвойного древостоя на исследованных участках необходимо своевременное проведение осветлений, иначе на участках сформируются низкопроизводительные лиственные насаждения.

**Ключевые слова:** сплошная рубка, естественное возобновление, жизнеспособный подрост, смена пород

Scientific article

## LIFE STATE ASSESSMENT OF NATURAL REGENERATION IN THE CLEARINGS IN THE VOLOGDA AREAS

**Liliya V. Zarubina**

Vologda Dairy Academy. N. V. Vereshchagin, Vologda, Russia  
liliya270975@yandex.ru

**Abstract.** Our study was conducted in June-August in 2019 in the Baltic-Belozersky taiga region. The objects of the study were 5 clearings of different age. As part of natural regeneration, the share of undergrowth of coniferous species is no more than 20 %. The nature of the distribution of undergrowth over the area in the plots is uniform. In terms of viability, pine and spruce undergrowth is characterized as healthy. In order to restore the native coniferous forest stand in the studied areas, timely clarification is necessary, otherwise low-productive deciduous plantations will form in the areas.

**Keywords:** clear felling, natural regeneration, viable undergrowth, change of species

Основным способом заготовки древесины в России является сплошная рубка леса. При несоблюдении лесоводственных требований она стала основной причиной нежелательной смены пород на всей территории таежной зоны. Восстановление лесов после таких рубок становится одним из основных факторов, определяющих эффективность лесопользования на конкретной территории. Как отмечал в своих работах А. В. Грязькин, содействие естественному возобновлению леса при сплошных рубках обеспечивает во многом сохранение экологических условий и сокращение за счет этого себестоимости дальнейших лесохозяйственных мероприятий по формированию ценных насаждений [1]. Ведение лесного хозяйства в таежной зоне предполагает применение способа лесовосстановления, связанного с естественным зарастанием вырубок и гарей. А. В. Побединский, изучая эффективность лесовосстановления на вырубках, писал, что она определяется жизненным потенциалом и составом как предварительного, так и последующего естественного возобновления на сплошных вырубках [2]. Поэтому целью нашего исследования стало изучение процесса лесовосстановления после сплошных рубок в условиях Вологодской области.

Наше исследование проводилось в июне – августе 2019 г. в Балтийско-Белозерском таежном районе (Вологодская область). Объектами исследования стали 5 вырубок разной давности (табл. 1). Закладка пробных площадей велась по 30 круговым площадкам на каждом участке с учетом требований Правил лесовосстановления (2021) [3]. Достоверность результатов исследования обеспечивается достаточным объемом экспериментального материала.

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

№ ПП	Состав древостоя до рубки	Тип леса	Площадь делянки, га	Сезон заготовки	Комплекс лесозаготовительной техники
1	6С2Е1Б0с	С чер.	7,6	Летне-осенний период 2010	ВП «Джон Дир» 853 + ЛП – 154 + КаМАЗ-43118
2	7С2Е1Б	С чер.	8,6	Осенне-зимний период 2014	«Харвестер» + «Форвардер» + КаМАЗ- 43118.
3	5Е1С2Б20с	Е кис.	4,1	Осенне-зимний период 2010	БП «Штиль» + ЛП – 18К + КаМАЗ –53229
4	7Б3Е	Е чер.	4,7	Осенне-зимний период 2010	БП «Штиль» + ЛП – 18К + КаМАЗ –53229
5	6Б10с3Е+С	Е кис.	3,6	Осенне-зимний период 2013	БП «Штиль» + ЛП – 18К + КаМАЗ –53229



Как видно из данных таблицы, объектами исследования стали участки с разным типом лесорастительных условий, сплошная рубка на которых проведена в период 2010–2014 гг. На опытных участках выполнен учет естественного возобновления (табл. 2).

Таблица 2

Естественное возобновление на участках

№ ПП	Название объекта / коренной тип леса	Формула состава естественного возобновления	Густота, тыс. экз./га
1	Вырубка 2014 г. / С чер.	5Ос2Б2Е1С+Ол, ед. Ив	20,3
2	Вырубка 2010 г. / С чер.	3Ос2С2Б1Е 1Ив1Ол	22,2
3	Вырубка 2010 г. / Е кис.	5Ос3Б2Е+Ив, ед. Олх	16,7
4	Вырубка 2010 г. / Е чер.	6Б2Е1Ос1Ив, ед. Олх	24,8
5	Вырубка 2013 г. / Е кис.	6Ос3Б1Е+Ив, ед. Олх	19,2

По данным учета можно отметить, что в составе естественного возобновления на вырубках доля подроста хвойных пород незначительна и составляет не более 20 %. Наличие ивы и ольхи в составе говорит о том, что на участках начинается процесс заболачивания. Характеристика молодого поколения хвойных пород представлена в табл. 3.

Таблица 3

Таксационная характеристика хвойного подроста

№ ПП	Исследуемые вырубки год / тип леса	Средняя высота, м		Количество подроста (экз./га)		Возраст, лет	
		ель	сосна	ель	сосна	ель	сосна
1	Вырубка 2014 г. / С чер.	1,12 ± 0,32	0,3 ± 0,07	2404	801	20	4
2	Вырубка 2010 г. / С чер.	1,64 ± 0,38	1,05 ± 0,32	1917	6640	19	9
3	Вырубка 2010 г. / Е кис.	1,05 ± 0,04	–	1720	–	18	–
4	Вырубка 2010 г. / Е чер.	0,97 ± 0,06	–	3090	–	17	–
5	Вырубка 2013 г. / Е кис.	1,08 ± 0,03	–	1710	–	15	–

Анализ данных таблицы показал, что на вырубке 2014 г., где при проведении лесохозяйственных работ использовался комплекс лесозаготовительной техники харвестер и форвардер, наибольшая густота хвойного подроста. Считаем, что это связано с тем, что в процессе заготовки

древесины соблюдались лесоводственные требования, а также с наличием на участке подроста предварительного возобновления. Характер распределения подроста по площади на всех опытных участках равномерный. По жизнеспособности сосновый и еловый подрост характеризуется как здоровый (88–93 %).

В составе подлесочных пород на вырубках преобладает рябина (*Sorbus aucuparia*), крушина (*Frángula*) и шиповник (*Rosa cinnamomea sensu L.*), которые так же, как и подрост лиственных пород, активно конкурирует с молодым поколением ели и сосны за элементы минерального питания. Общая густота составила на 1ПП – 2,94 тыс. шт./га, на 2ПП – 0,92 тыс. шт./га, 3ПП – 9,10 тыс. шт./га, 4ПП – 2,15 тыс. шт./га, 5ПП – 5,35 тыс. шт./га.

Основными представителями травяно-кустарникового яруса на всех объектах исследования являются крупнотравные и разнотравные виды [4]. Типичные лесные растения (черника, брусника, кислица, папоротники и т.д.) имеют незначительный процент проективного покрытия на вырубках (от 5 до 15 %). Тип почв на всех пробных площадях – свежий сильно-подзолистый, подзолы на рыхлых песках, подстилаемые супесями и суглинками.

Ф.Н. Дружинин отмечал, что формирование хвойных насаждений естественным путем зависит от количества и качества оставленного после рубки подроста, а также показателей его жизнеспособности и условий произрастания. При равномерном размещении подроста ели для формирования хвойных насаждений необходимо, чтобы его количество было более 2500 шт./га, высота превышала 2–3 м, возраст не превышал 30 лет. При снижении этих показателей формируются насаждения с большим участием мягколиственных пород [5].

Одним из индикаторов состояния хвойного подроста является соотношение прироста главного и бокового побегов. Анализ данных исследования показал, что рост главного побега елового подроста превышает рост боковых побегов на вырубках 9-летней давности в среднем на 58,7 %. На более свежих 5–6-летних превышение прироста верхушечного побега к боковому составило 39,2 %. В таких условиях экологический коэффициент у подроста категории средней крупности выше единицы. Данные экологического коэффициента елового и соснового подроста на разновозрастных вырубках представлены в табл. 4.

Исследования показали, что несмотря на угнетающее влияние со стороны подроста мягколиственных и подлесочных пород крона молодого поколения ели и сосны имеет конусообразную форму. Что еще раз подтверждает жизнеспособность естественного возобновления хвойных пород на изученных вырубках.

Соотношение между приростом главных  
и боковых побегов хвойного подроста на участках исследования

№ ПП	Исследуемые вырубки год / тип леса	Порода					
		ель			сосна		
		главный	боковой	Кэк	главный	боковой	Кэк
1	Вырубка 2014 г. / С чер.	8,6 ± 1,0	9,6 ± 1,7	0,9	18,4 ± 2,5	9,7 ± 1,5	1,9
2	Вырубка 2010 г. / С чер.	10,4 ± 1,4	7,4 ± 1,2	1,4	15,0 ± 2,0	10,9 ± 1,4	1,4
3	Вырубка 2010 г. / Е кис.	19,8 ± 0,2	12,4 ± 0,1	1,6	–	–	–
4	Вырубка 2010 г. / Е чер.	14,5 ± 0,1	8,5 ± 0,1	1,7	–	–	–
5	Вырубка 2013 г. / Е кис.	13,1 ± 0,08	5,4 ± 0,2	2,4	–	–	–

Для Балтийско-Белозерского таежного района при количестве 1,2–1,4 тыс. шт. на 1 га жизнеспособного подроста предусмотрено такое мероприятие по содействию естественному возобновлению хозяйственноценных пород, как минерализация почвы [3]. По результатам наших исследований, мы можем рекомендовать этот способ естественного лесовозобновления как наиболее эффективный и экономичный в отличие от создания искусственных насаждений на данных территориях. Также для восстановления коренного древостоя на исследованных участках необходимо своевременное проведение рубок ухода (осветлений), иначе на участках сформируются низкопроизводительные лиственные насаждения.

### Список источников

1. Грязькин А.В. Рациональная деятельность как способ реализации возобновительного потенциала лесных экосистем // Лесной журнал. 2007. № 5. С. 37–38.
2. Побединский А.В. Лесоводственная оценка смены коренных лесов тайги производными // Лесн. хоз-во. 1991. № 11. С. 19–22.
3. Приказ МПР России № 1024 от 29.12.2021. «Об утверждении правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 20.03.2023).

4. Бачурина С. В., Залесов С. В., Платонов Е. П. Влияние рубок обновления в сосняках на видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова //Аграрный вестник Урала. 2016. № 1 (143). С. 54–58.

5. Дружинин Ф. Н. Лесоводственно-экологические основы восстановления ельников в производных лесах Восточно-Европейской равнины : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Дружинин Федор Николаевич. 2013. 389 с.

## ОСОБЕННОСТИ ХОДА РОСТА БЕРЕЗНЯКОВ РУДНОГО АЛТАЯ

Андрей Александрович Калачев<sup>1</sup>, Алимжан Нурсултанович Рахимжанов<sup>2</sup>,  
Антонина Петровна Новак<sup>3</sup>, Станислав Викторович Роговский<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана, Щучинск, Республика Казахстан

<sup>1</sup> Kalachev\_75\_los@mail.ru

<sup>2</sup> alimgan.rakhimganov@mail.ru

<sup>3, 4</sup> Ridder\_los@mail.ru

**Аннотация.** В настоящей статье приведены результаты изучения хода роста березовых древостоев в условиях Рудного Алтая. Установлено, что березняки достигают количественной спелости в конце IX, начале X классов возраста. Наибольший показатель прироста по объему отмечен в 70 лет, далее происходит его спад. Возобновительная способность березы семенного происхождения прекращается в возрасте 70 лет, поэтому, если учесть развитие сердцевинной гнили у деревьев старшего возраста, возрастом рубки можно считать VII класс возраста. Также отмечено, что под пологом производных березняков накапливается пихтовый подрост, и к достижению березняков приспевающего возраста пихта постепенно выходит в первый ярус в составе смешанного насаждения. Проведение рубки березняков в этот период, по нашему мнению, будет способствовать скорейшему восстановлению главной породы – пихты сибирской.

**Ключевые слова:** Рудный Алтай, березняки, ход роста, прирост, спелость

Scientific article

## PECULIARITIES OF THE GROWTH OF BEREZNIES IN RUDNY ALTAI

Andrey A. Kalachev<sup>1</sup>, Alimzhan N. Rahimzhanov<sup>2</sup>, Antonina P. Novak<sup>3</sup>,  
Stanislav V. Rogovskiy<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after  
A. N. Bukeikhana, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan

<sup>1</sup> Kalachev\_75\_los@mail.ru<sup>[P]</sup><sub>[SEP]</sub>

<sup>2</sup> alimgan.rakhimganov@mail.ru

<sup>3, 4</sup> Ridder\_los@mail.ru

**Abstract.** This article presents the results of studying the course of growth of birch stands in the conditions of Rudny Altai. It has been established that birch forests reach quantitative

maturity at the end of IX, beginning of X age classes. The largest growth rate in terms of volume was noted at 70 years old, then it declines. The regenerative capacity of birch of seed origin ceases at the age of 70 years; therefore, taking into account the development of heart rot in older trees, the felling age can be considered age class VII. It was also noted that fir undergrowth accumulates under the canopy of derivative birch forests, and, by the time birch forests reach a ripening age, fir gradually enters the first layer as part of a mixed plantation. The felling of birch forests during this period, in our opinion, will contribute to the speedy restoration of the main species – Siberian fir.

**Keywords:** Rudny Altai, birch forests, course of growth, growth, maturity

Горные леса Рудного Алтая выполняют защитные, водоохранные и многие другие прижизненные функции. Основными формациями лесов являются темнохвойные леса и черневая тайга, где основной лесобразующей породой является пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.). Однако в последнее время в регионе вызывают все больший хозяйственный интерес мягколиственные – березовые и осиновые насаждения. Это связано с тем, что в результате лесных пожаров и проведения сплошно-лесосечных и концентрированных рубок большая часть пихтовых насаждений преобразовалась в производные березняки и осинники. Данный процесс в лесоведении носит название смены пород и является многолетним аспектом изучения лесоводов с самого начала зарождения данного направления [1–3]. Только за последние 30 лет, согласно лесоустроительным материалам [4], по Казахстанскому Алтаю, произошло увеличение площадей березовых насаждений на 41,5 %, тогда как пихтовых всего на 8,0 %. Общий запас березы насчитывает более 25,0 млн м<sup>3</sup>, и хотя запас пихты в разы превышает его, тем не менее остро встает вопрос о рациональном использовании такого внушительного запаса березовых насаждений с пользой для человека и стимуляции возобновления пихтачей как наиболее ценной во всех отношениях породы. Для этого необходимо детальное изучение роста и развития березовых насаждений, причем в каждом КГУ лесного хозяйства Казахстанского Алтая отдельно, так как наблюдается большая разница средних таксационных показателей между ними.

Наибольшее количество произрастающих на территории КГУ «Риддерское ЛХ» производных березняков являются средневозрастными (от 20 до 60 лет). Известно, что для рационального использования березовых древостоев необходимо правильно определить их возраст рубки, для этого исследовались приспевающие и спелые насаждения, в которых были взяты модельные деревья. Исследования проводились в наиболее распространенном типе леса – березняк травяной (БТ), произрастающем на горно-лесных кислых, слабо или скрыто-оподзоленных почвах. Происхождение –

семенное (реже – порослевое), абсолютные высоты произрастания – от 873 до 1054 м н. у. м. При сборе и обработке первичных материалов придерживались общепринятых методологических подходов [5–9].

Как известно, существует несколько лесоводственных понятий спелости древостоев – это техническая, количественная, качественная, возобновительная и др. Возраст рубок напрямую связан с возрастом спелости древостоя. Технически спелыми считаются древостои такого возраста, когда они имеют наибольший годичный прирост древесины и максимальный объем основных лесных сортиментов [10].

С. К. Бараев [5] считает, что возраст технической спелости наступает при равенстве текущего и среднего годичного выхода сортиментов. Этому возрасту соответствует максимум среднего годичного выхода. Возраст количественной спелости, по мнению автора, наступает при равенстве текущего и среднего приростов.

Рассмотрим данные утверждения на конкретном примере в лесном фонде КГУ «Риддерское ЛХ», взяв за основу распределение березовых насаждений по категориям спелости, предложенное лесоустройством.

Динамика текущего и среднего приростов на примере модельных деревьев, взятых в приспевающих насаждениях (VII класса возраста) II класса бонитета, показывает, что в этом возрастном периоде равенства приростов еще не наблюдается (рис. 1).

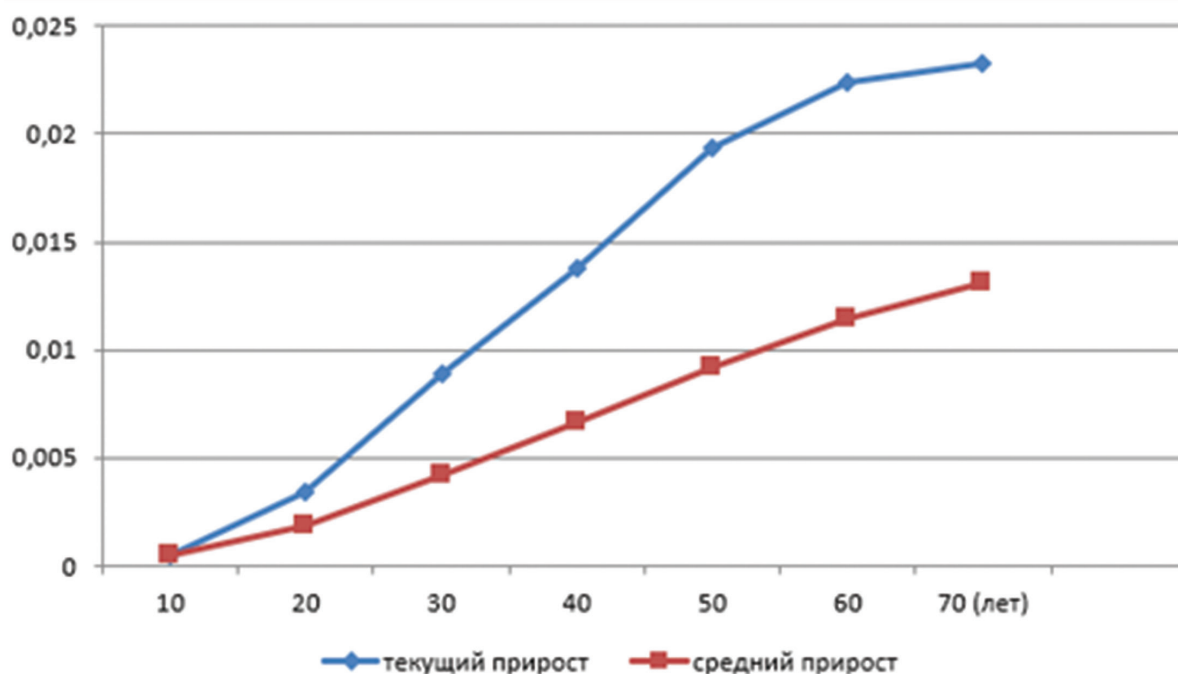


Рис. 1. Динамика приростов по объему в приспевающих насаждениях II класса бонитета, м<sup>3</sup>

Однако известно, что береза в VII классе возраста теряет способность к порослеобразованию [11] и его можно считать предельным возрастом возобновительной спелости. По графику рис. 1 также можно отметить, что снижение интенсивности текущего прироста наблюдается с 50-летнего возраста, однако накопление объема продолжается, о чем свидетельствует прямая среднего прироста, лишь с незначительным уменьшением после 60 лет.

Для сравнения рассмотрим динамику приростов по объему у модельных деревьев в приспевающих насаждениях, но уже I класса бонитета (рис. 2).

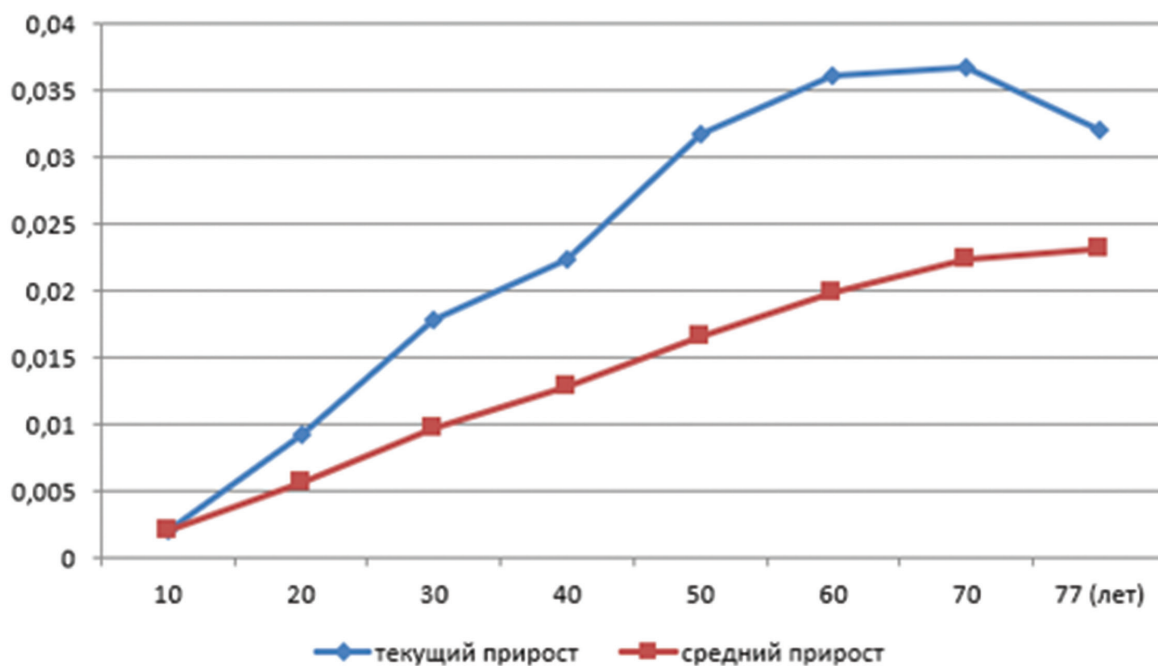


Рис. 2. Динамика приростов по объему в приспевающих насаждениях I класса бонитета, м<sup>3</sup>

Деревьям в среднем  $77 \pm 3,5$  лет, последнее неполное десятилетие на графике выразилось в виде резкого уменьшения показателей как текущего, так и среднего приростов. С 60-летнего возраста наблюдается явное замедление процесса роста и можно предположить, что и в дальнейшем темп их роста будет все более снижаться. И если в 70 лет у деревьев II класса бонитета разница между средним и текущим приростом составила  $0,016-0,015$  м<sup>3</sup>, то в 77 лет в I классе бонитета –  $0,0088$  м<sup>3</sup> (рис. 2). Также можно предположить, что в насаждениях I класса бонитета возраст спелости наступит быстрее, чем во втором классе, что в общем-то вполне логично.

Ход роста деревьев в спелом насаждении I класса бонитета, изученных нами, поможет более глубоко проанализировать наступление искомого возраста (рис. 3). Наибольшее значение текущего прироста здесь приходится на 70-летний период, далее происходит его постепенный спад, что также



отражается и на среднем приросте (соответственно с меньшей интенсивностью). К 88 годам значения среднего и текущего приростов практически совпадают, то есть можно предположить, что количественной спелости деревья достигнут к 90 годам, а возможно и немного позже, хотя по общепринятым лесоустроительным материалам Восточно-Казахстанской области такие древостои относятся к перестойным (X класс и выше).

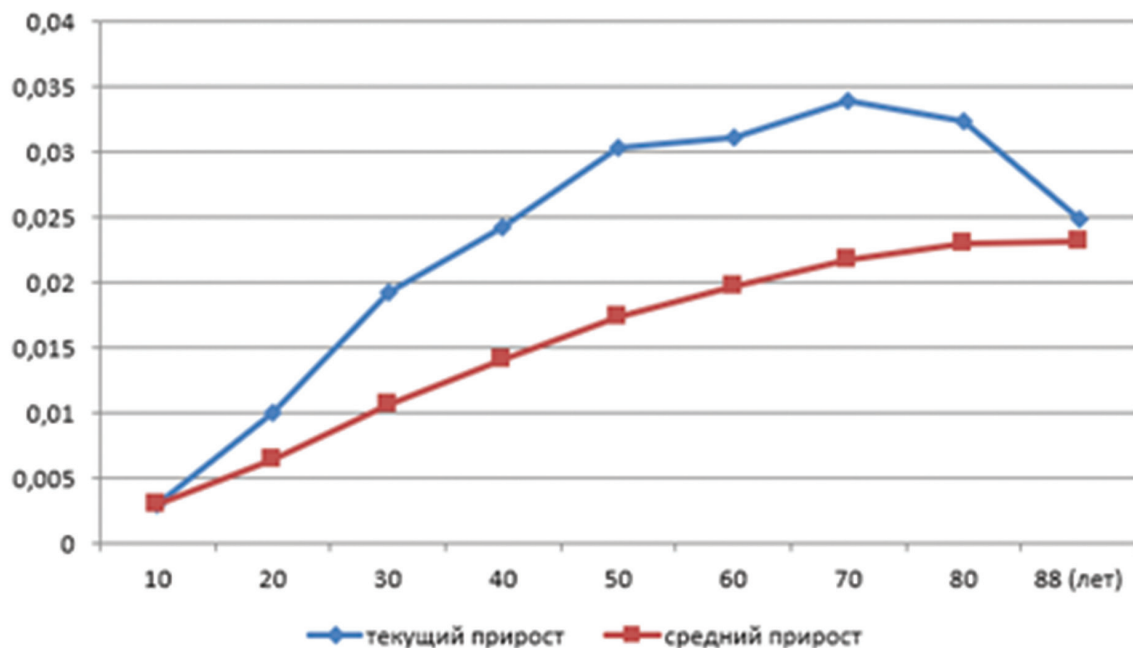


Рис. 3. Динамика приростов по объему в спелом насаждении, м<sup>3</sup>

Следует также отметить тот факт, что уже в 70-летнем возрасте все чаще встречаются березняки с сердцевинной гнилью (даже у семенных экземпляров), что, несомненно, отрицательно сказывается на так называемой качественной спелости древостоев (рис. 4).



Рис. 4. Сердцевинная гниль и морозобойная трещина

Коллегией Министерства лесного хозяйства Казахской ССР от 24 февраля 1983 г. № 5 установлены возрасты рубок для березовых насаждений Восточно-Казахстанской области для лесов I группы – VIII класс возраста и для лесов II–III групп – VII класс возраста (61–70 лет) [4].

В результате проведенных исследований можно отметить, что так называемой количественной спелости березняки КГУ «Риддерское ЛХ» достигают в конце IX, начале X классов возраста. Наибольший показатель прироста по объему отмечен в 70 лет, а далее происходит его спад. Возобновительная способность березы длится максимум до 70 лет, поэтому, учитывая развитие сердцевинной гнили у деревьев, переросших этот возрастной рубеж, в представленном опыте можно считать VII класс возраста возрастом спелости березовых древостоев для насаждений I класса бонитета. Для березовых насаждений II класса бонитета требуются дополнительные исследования, предположительно возраст спелости будет на один класс выше, то есть VIII класс. Немаловажным при определении возраста спелости, или возраста рубки будет являться тот факт, что под пологом производных березняков произрастает пихтовый подрост, и к достижению березняков приспевающего возраста пихта, на основании наших исследований, уже постепенно выходит в первый ярус, занимая в составе смешанного насаждения до пяти единиц (5П6Б). Проведение рубки березняков в это время (VII класс возраста), по нашему мнению, будет способствовать быстрейшему процессу возобновления главной породы – пихты.

### *Список источников*

1. Морозов Г. Ф. Смена пород // Лесной журнал. 1913. Вып. 7. С. 3–17.
2. Сукачев В. Н. К вопросу о развитии растительности // Ботанический журнал. 1952. № 4. С. 5–12.
3. Попов Т. И. Происхождение и развитие осиновых кустов. Петроград, 1914. 36 с.
4. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Восточно-Казахстанской области. Алма-Ата, 2009. 362 с.
5. Анучин Н. П. Лесная таксация // Лесная промышленность. М., 1977. 512 с.
6. Лесная таксация и лесоустройство / А. В. Вагин и др. // Лесная промышленность. М., 1978. 368 с.
7. Нагимов З. Я., Коростелев И. Ф., Шевелина И. В. Таксация леса. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 300 с.
8. ОСТ 56–44–80. Знаки натурные лесоустроительные и лесохозяйственные. Типы, размеры и общие технические требования. М., 1980. 20 с.

9. ОСТ 56–69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М., 1983. 60 с.

10. Бараев С.К. Еще раз о спелости древостоев, возрастах и оборотов рубки // Лесное хозяйство. 1960. № 4. С. 42–43.

11. Калачев А. А. Роль березы в лесообразовательном процессе в пихтарниках Рудного Алтая : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук : 06.03.03. Алматы, 2001. 30 с.

## ВЛИЯНИЕ ПРОРЕЖИВАНИЙ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЯХ

Алексей Евгеньевич Осипенко<sup>1</sup>, Константин Андреевич Башегуров<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> osipenkoae@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> bashegurovka@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В работе приведены данные о влиянии прореживаний различной интенсивности на радиальный прирост деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в искусственных древостоях ленточных боров Алтайского края.

**Ключевые слова:** прореживание, сосна обыкновенная, лесные культуры, радиальный прирост

**Финансирование:** работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-293.2022.5.

Scientific article

## THE EFFECT OF THINNING ON THE RADIAL INCREMENT OF SCOTCH PINE IN ARTIFICIAL STANDS

Alexey E. Osipenko<sup>1</sup>, Konstantin A. Bashegurov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> osipenkoae@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> bashegurovka@m.usfeu.ru

**Abstract.** The paper presents data on the effect of thinning of various intensities on the radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in artificial forest stands of ribbon forests in Altai krai.

**Keywords:** thinning, *Pinus sylvestris*, forest plantations, radial increment

**Funding:** the study was performed as a part of the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists, candidates of sciences, No. МК-293.2022.5.

Необходимость интенсификации лесного хозяйства и повышения продуктивности лесов России являются очень важными вопросами, требующими скорейшего решения для устойчивого ведения лесного хозяйства [1, 2]. Рубки ухода являются неотъемлемым средством достижения указанных

целей. При этом рубки ухода очень трудоемкие и затратные мероприятия. Поэтому зачастую уход за лесами проводится некачественно, несвоевременно или не проводится вовсе. Причины, по которым дела обстоят именно таким образом, могут быть совершенно разными: недостаточное финансирование; плохая материально-техническая база организаций, выполняющих рубки ухода; отсутствие работников, способных выполнять данный вид работ; устаревшие материалы лесоустройства; отсутствие региональных рекомендаций по проведению рубок ухода, учитывающих местную специфику лесов и т. д.

Одним из показателей реакции деревьев на проведение рубок ухода является величина радиального прироста стволов [1, 3].

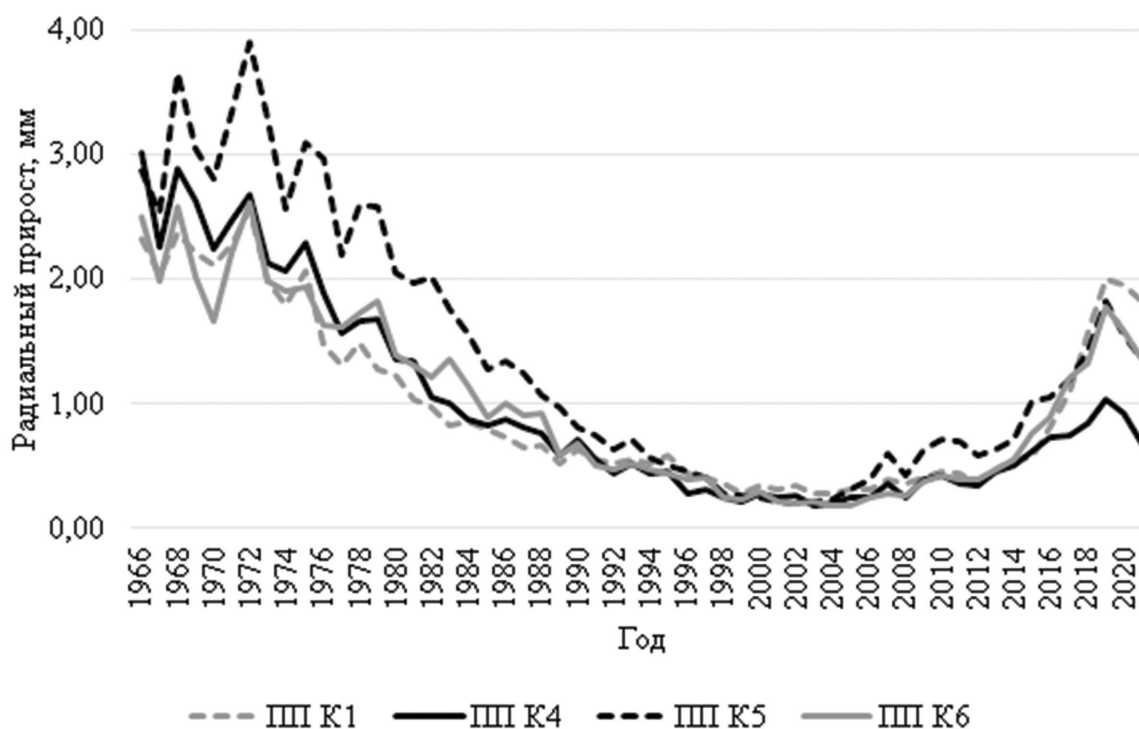
В рамках данной работы была поставлена цель – оценить своевременность проведения прореживаний и их влияние на радиальный прирост сосны в средневозрастных насаждениях.

Исследования проведены на территории Ключевского лесничества Алтайского края (малый Гатский бор) в 2022 г. Объектами исследований являлись искусственные сосновые древостои IV класса бонитета, произрастающие в условиях типа леса сухой бор пологих всхолмлений (СБП). В 2016 г. в на опытных участках (ПП К1, К5, К6) было проведено прореживание. Древостой на ПП К4 является контрольным вариантом опыта, на нем рубки не проводились. Подробное описание объектов и методики исследований мы приводили в нашей более ранней работе [4].

Отобранные на пробных площадях керны были изучены с применением методов древесно-кольцевого анализа [5] на измерительном комплексе LINTAB 5 с точностью до 0,01 мм с использованием соответствующих методик и программы TSAPwin.

В результате исследований была получена динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях (рисунок). Данные рисунка свидетельствуют, что с 1979 г. (через 21 год после посадки) величина радиального прироста сосны начала довольно быстро снижаться, что объясняется усилением внутривидовой конкуренции и переходом сосняков в стадию жердняка, которая характеризуется быстрым ростом деревьев, их усиленной дифференциацией и активным отпадом [6]. Уменьшение ширины годичных колец продолжалось до 2005 г. (47 лет после посадки), после чего началось медленное увеличение данного показателя. Вероятно, к этому моменту деревья-лидеры, выигравшие конкуренцию, начали прирастать по диаметру активнее. В 2016 г. на опытных участках проводятся прореживания, что еще больше стимулирует оставленные на доращивание деревья к росту по диаметру. Также увеличению радиального прироста способствовало большое количество осадков, выпадавших в 2012–2018 гг. (342–528 мм,

по данным Рубцовской метеостанции). Пики радиальных приростов совпадают по хронологии с годами, в которые выпадало большое количество осадков. Большие значения радиального прироста сосны в 70-е и 80-е годы на ПП К5 (по сравнению с приростами других древостоев) объясняются меньшей густотой древостоя.



Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях за период с 1966 по 2021 г.

Наибольшее увеличение радиального прироста сосны, произошедшее в следствии прореживания, наблюдается на ПП К1, где проводилась рубка высокой интенсивности (46,2 %). Ширина годичного кольца на данном участке в 2019 г. почти в два раза шире, чем на контрольном участке. Немного меньший эффект прореживание оказало на древостои ПП К5 и К6, где проводились рубки умеренной (27,3 %) и умеренно-высокой интенсивности (38,0 %). На данных опытных участках радиальный прирост в 2019 г. выше на 76 и 71 % по сравнению с приростом контрольного участка. Наименьшее увеличение радиального прироста сосны после 2016 г. зафиксировано на контрольном участке (ПП К4).

## Выводы

1. Прореживания в исследуемых древостоях были проведены с опозданием, что привело к длительному периоду роста сосны с радиальным приростом менее 0,5 мм.

2. Рубки ухода следует начинать уже во втором классе возраста, чтобы опередить процесс самоизреживания и снизить интенсивность внутривидовой конкуренции.

3. В 66-летнем возрасте искусственные сосновые древостои типа леса сухой бор пологих всхолмлений довольно хорошо откликаются как на прореживание, так и на количество выпадающих осадков.

### *Список источников*

1. Онучин А. А., Маркова И. И., Павлов И. Н. Влияние рубок ухода на радиальный прирост стволов и формирование сосновых молодняков // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 3–4. С. 258–267.

2. Тюкавина О. Н., Ильинцев А. С., Ершов Р. А. Влияние прореживаний на радиальный прирост сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 4 (358). С. 34–44.

3. Оценка эффективности рубок ухода в сосняках Казахского мелко-сопочника на основе лесоводственного и древесно-кольцевого анализа / А. В. Данчева, М. А. Гурская, С. В. Залесов, Б. М. Муканов // Лесоведение. 2020. № 6. С. 503–514.

4. Влияние прореживания линейно-селективным способом на ленточные культуры сосны обыкновенной / А. Е. Осипенко, К. А. Башегуров, А. С. Клинов, Р. А. Осипенко // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (82). С. 4–16.

5. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации : учебно-методическое пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов [и др.]. Красноярск : КрасГУ, 2000. 80 с.

6. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение : учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 432 с.

## ОПТИМУМ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ ДРЕВОСТОЕВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЛАГОНАДЕЖНОГО ПОДРОСТА В ВЕРХНЕ-ОБСКОМ БОРУ

**В. В. Тараканов<sup>1</sup>, А. Н. Стрелковский<sup>2</sup>, А. В. Маскаев<sup>3</sup>,  
Д. С. Дубовик<sup>4</sup>, Л. И. Бородинцева<sup>5</sup>**

<sup>1, 4, 5</sup> Западно-Сибирское отделение Института леса им. В. Н. Сукачева  
Сибирского отделения Российской академии наук – филиал Федерального  
исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения  
Российской академии наук», Новосибирск, Россия

<sup>1, 5</sup> Новосибирский ГАУ, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup> Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края, Барнаул, Россия

<sup>3</sup> КАУ «Боровлянский лесхоз», Барнаул, Россия

<sup>4</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
Новосибирск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Вячеслав Вениаминович Тараканов,  
tarh012@mail.ru

*Аннотация.* В Верхне-Обском бору оценили зависимость густоты и состояния подроста от относительной полноты материнских древостоев. Показано, что в сосняках II класса бонитета 15-летний подрост при полноте 0,3 развивается по III классу бонитета, а при полноте 0,5 и 0,8 – по IV и V классами бонитета соответственно.

*Ключевые слова:* относительная полнота, состояние подроста, сосна

*Благодарности:* авторы признательны руководству компании ООО «ЛесБизнес» за помощь в проведении исследований.

Scientific article

## OPTIMUM OF THE TREE STAND DENSITY FOR THE TRUSTWORTHY YOUNG GROWTH'S FORMATION IN THE VERHNE-OBSKY PINE FOREST

**Vyacheslav V. Tarakanov<sup>1</sup>, Andrey N. Strelkovskiy<sup>2</sup>, Alexander V. Maskaev<sup>3</sup>,  
Dmitry S. Dubovik<sup>4</sup>, Ludmila I. Borodintseva<sup>5</sup>**

<sup>1, 4, 5</sup> West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS – Branch of the  
Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center», Novosibirsk, Russian Federation

<sup>1, 5</sup> Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation



<sup>2</sup> Ministry of Natural Resources and Ecology of the Altai Territory, Barnaul, Russia

<sup>3</sup> KAU “Borovlyansky forestry”, Barnaul, Russia

<sup>4</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

Corresponding author: Vyacheslav V. Tarakanov,  
tarh012@mail.ru

**Abstract.** In the Verkhne-Obsky pine forest, the dependence of the density and condition of young growth on the relative density of parent stands was assessed. It has been shown that in pine forests of class II of bonitet 15-year-old young growth at a density of 0.3 develops according to class III and at a density of 0.5 and 0.8 according to classes IV and V bonitet respectively.

**Keywords:** relative density, state of young growth, Scots pine

**Acknowledgments:** the authors are grateful to the management of LesBusiness LLC for assistance in conducting research.

Успешность естественного возобновления боров в значительной мере определяется состоянием и численностью подроста, которые, в свою очередь, в большой степени зависят от полноты материнских древостоев. В этой связи в Верхне-Обском бору (Клепиковское участковое лесничество Боровлянского лесничества Алтайского края) изучили зависимость густоты и морфометрических признаков подроста от полноты материнских древостоев. По данным таксационных описаний [1], между этими показателями нами установлена отрицательная криволинейная зависимость (таблица).

Коэффициенты корреляции между полнотой материнских древостоев и признаками подроста сосны в преобладающих типах леса

Признак	Тип леса	
	Мшистоягодный	Разнотравный
Густота	-0,947***	-0,777*†
Возраст	-0,719*	-0,597
Высота	-0,771*†	-0,896**†

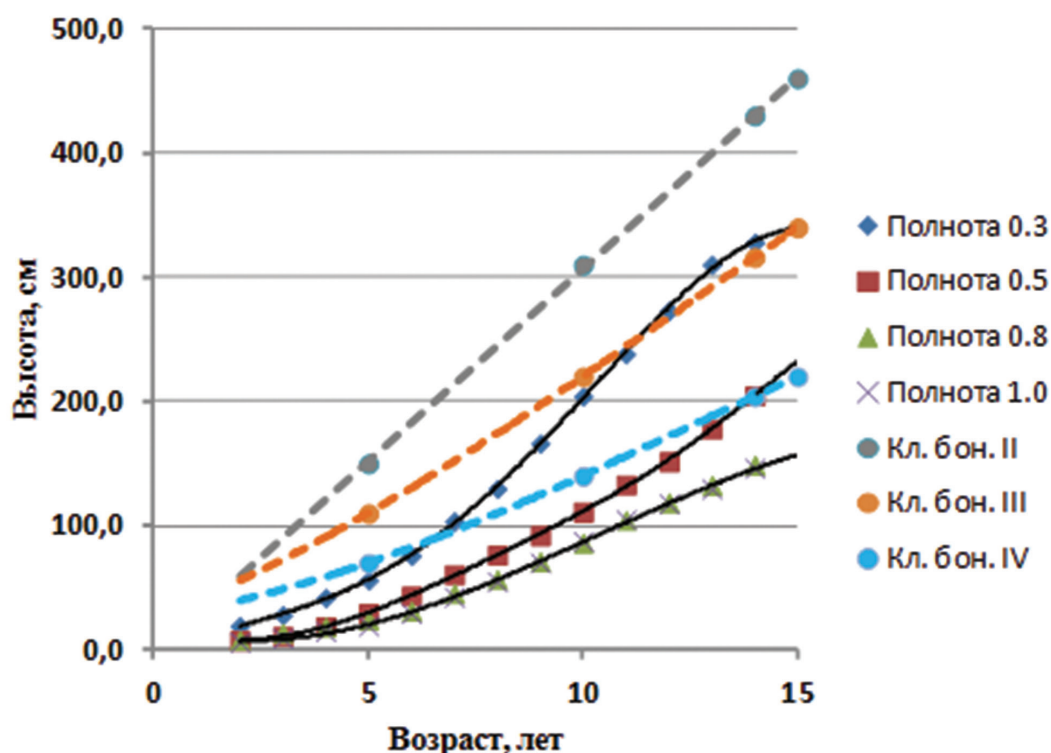
Примечание. \* –  $P < 0.05$ , \*† –  $P < 0.02$ , \*\*† –  $P < 0.005$ , \*\*\* –  $P < 0.001$ .

Аналогичные данные получены и по данным полевых исследований на 9 временных пробных площадях. Исследования провели осенью 2022 г. в кв. 113 в. 21 Клепиковского участкового лесничества, пройденного 15 лет назад устойчивым низовым пожаром. Тип леса сосняк мшистоягодный, класс бонитета II, породный состав 5С2С3Б, средняя полнота – 0,45,

но варьирует в куртинах от 0,23 до 1,02. Подрост на всех пробных площадях на момент исследований имел возраст 13–14 лет.

Густота подроста варьировалась по пробным площадям в пределах 12,9–77,9 тыс. шт./га, высота – 1,1–3,4 м, годичный прирост осевого побега – 11,5–40,0 см, число почек на лидирующем побеге – 2,9–5,5 шт./дер., длина верхушечной почки – 4,4–15,9 мм, доля благонадежного подроста 16,7–92,3 %. Коэффициенты корреляции Спирмена между относительной полнотой древостоев и признаками подроста были отрицательными и составляли от –0,529 до –0,907; наиболее высокая достоверная связь с полнотой древостоев обнаружена для следующих признаков: высота, годичный прирост и длина верхушечной почки.

На каждой пробной площади у 10–15 модельных деревьев подроста, средних по таксационным показателям, измеряли все годовые приросты ствола в высоту. На этой основе ретроспективно анализировали ход их роста в зависимости от полноты. Для выявления общих тенденций близкие по полноте древостоев выборки были объединены в группы со средней полнотой 0,3, 0,5, 0,8 и 1,0 и сопоставлены с ходом роста нормальных насаждений II–IV классов бонитета (рисунок).



Ход роста подроста сосны по высоте ствола при разной относительной полноте материнского древостоя в сравнении с динамикой минимальных значений высоты ствола в насаждениях II-го, III-го и IV-го классов бонитета по таблице М. М. Орлова [2; с. 77]

Из представленных данных следует, что ход роста сосенок под пологом насаждений с высокой полнотой порядка 0,8 и 1,0 примерно одинаков и наиболее замедлен в сравнении с более низкополнотными насаждениями. В этом случае подрост к 14-летнему возрасту не достигает значений высоты даже IV класса бонитета и его рост замедляется. При полноте около 0,5 он достигает высоты, являющейся нижним пределом этого показателя для насаждений IV класса бонитета. Наиболее благоприятные условия для роста соснового возобновления складываются при полноте около 0,3. Но даже в этих условиях 14-летние сосенки достигают лишь минимальных высот III класса бонитета.

Из представленных материалов следует, что по крайней мере в первом классе возраста развитие подроста явно отстает от хода роста насаждений II класса бонитета, характерного для мшистоягодных сосняков. Это склоняет к выводу о нецелесообразности выборочных рубок в продуктивных разновозрастных древостоях Приобских боров, при которых предписывается снижать полноту до значений не ниже 0,5 [3].

О сложности возобновления при выборочных рубках светолюбивых пород писал еще И. С. Мелехов [4; с. 64]. К сходным выводам в отношении защитных боров Урала и Сибири приходят и другие исследователи [5, 6].

### *Список источников*

1. Таксационные описания части Клепиковского участкового лесничества Боровлянского лесничества. Книга 5. Новосибирск : ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 2017.
2. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильсон, Ю.И. Булуй. 2-е изд. М. : Рослесхоз. 2008. 886 с.
3. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации (с изменениями на 17 октября 2022 года) / Приказ Минприроды России (Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 01 декабря 2020 г. № 993. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047#7E80KF> (дата обращения: 21.01.2023).
4. Мелехов И. С. Лесоводство. М. : МГУЛ, 2003. 320 с.
5. Ленточные боры Алтайского края – состояние и совершенствование хозяйства в них / А.А. Мартынюк, В.М. Сидоренков, В.И. Желдак [и др.] // Лесхоз. информ.: электрон. сетевой журн., 2019. № 1. С. 33–48. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 21.01.2023)
6. Залесов С.В. Лесоводство. Екатеринбург : УГЛТУ. 2020. 295 с.

### *Информация об авторах*

Вячеслав Вениаминович Тараканов – доктор сельскохозяйственных наук,  
зав. лабораторией лесных генетических ресурсов, профессор,  
tarh012@mail.ru;

Андрей Николаевич Стрелковский – кандидат биологических наук,  
министр,  
tarh012@mail.ru;

Александр Васильевич Маскаев – директор,  
mar@minprirody.alregn.ru;

Дмитрий Сергеевич Дубовик – кандидат географических наук,  
директор, доцент,  
dubovik.nsk@gmail.com;

Людмила Ивановна Бородинцева – кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник,  
mav130@yandex.ru

### *Information about the authors*

Vyacheslav V. Tarakanov – Doctor of Agricultural Sciences,  
Head. Laboratory of Forest Genetic Resources, Professor,  
tarh012@mail.ru;

Andrey N. Strelkovskiy – Candidate of Biological Sciences, Minister,  
tarh012@mail.ru;

Alexander V. Maskaev – director,  
mar@minprirody.alregn.ru;

Dmitry S. Dubovik – Candidate of Geographical Sciences,  
Director, Associate Professor,  
dubovik.nsk@gmail.com;

Ludmila I. Borodintseva – Candidate of Agricultural Sciences,  
Senior Researcher,  
mav130@yandex.ru

Научная статья  
УДК 630\*231

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СПЛОШНЫХ ВЫРУБОК ПОСЛЕ БЕСПАСЕЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

**Николай Николаевич Теринов**

Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук,  
Екатеринбург, Россия  
Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия  
n\_n\_terinov@mail.ru

**Аннотация.** Установлено, что в ельниках через 6 лет после сплошной рубки с использованием беспасечной технологии лесосечных работ наибольшее количество от учтенного подроста, независимо от его происхождения, сосредоточено в непосредственной близости от стены леса. 10 % подроста последующей генерации зафиксировано на минерализованной поверхности и 33 % – на участках с неповрежденной поверхностью почвы.

**Ключевые слова:** сплошная рубка, беспасечная технология, естественное лесовозобновление

**Благодарности:** работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FUWW-2023-0010 и FEUGWW-2023-0002.

Scientific article

## RESTORATION OF CLEAR CUTTING COVER DURING HARVESTING

**Nikolay N. Terinov**

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yekaterinburg, Russia  
Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
n\_n\_terinov@mail.ru

**Abstract.** It was determined that in spruce forests 6 years after clear cutting with the use of technology without saving soil cover during harvesting the largest amount of the recorded undergrowth regardless of its origin grows in the immediate vicinity of the forest wall. 10 % of the seedling growth on the mineralized soil and 33 % in areas with undamaged soil.

**Keywords:** clear cutting, technology without saving of soil cover, volunteer growth

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the implementation of state budgetary theme of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation FUWW-2023-0010 and FEUGWW-2023-0002.

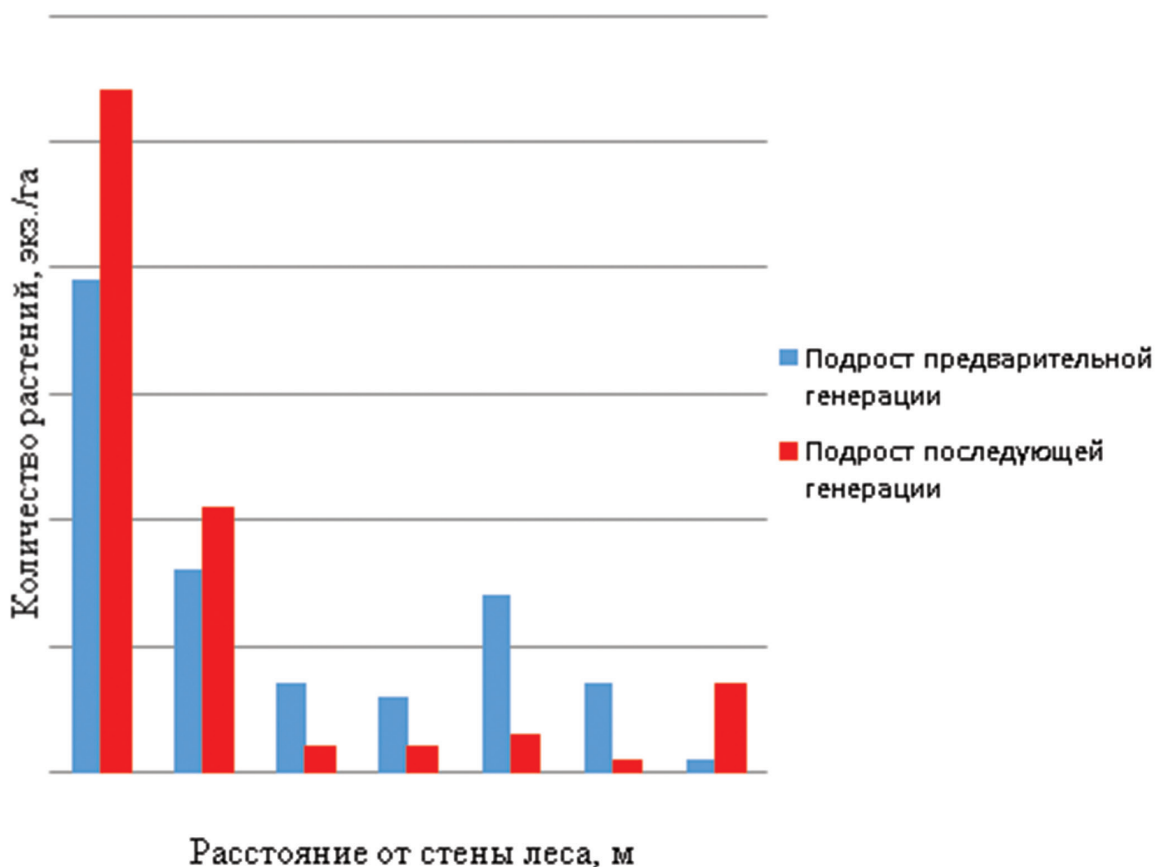
Естественное возобновление вырубок хвойными породами является одним из эффективных лесовосстановительных мероприятий. Использование для этой цели подроста предварительной генерации давно доказано, широко используется и требует только соблюдения соответствующих технологий лесозаготовок [1, 2]. После рубки, даже при участии в составе 1–2 единиц в составе верхнего яруса в результате неоднократного применения интенсивных рубок, возможно формирование средневозрастного древостоя с участием 4–6 единиц темнохвойных пород в его составе [3]. Подрост последующей генерации в еловых типах леса находится, как правило, в нижнем ярусе формирующихся на месте сплошных вырубок древостоев [4, 5, 6]. Появление хвойных пород последующего возобновления связано с рядом объективных причин. Это, прежде всего, наличие семенных деревьев, урожай семян и состояние напочвенного покрова в период их прорастания. Тем не менее, использование подроста последующей генерации во многих случаях является единственно возможным способом естественного возобновления лесосек сплошных вырубок хвойными породами.

Для того, чтобы способствовать появлению самосева хвойных пород на месте сплошных вырубок, проводятся меры по содействию естественному возобновлению. Одной из таких мер является минерализация верхнего горизонта почвы [7]. Естественно возникает мысль об использовании для этой цели механизмов в процессе рубки и трелевки древесины и перемещении лесозаготовительной и трелевочной техники по всей площади лесосеки. Такой положительный опыт (с точки зрения лесовозобновления) по проведению сплошных рубок автор наблюдал в чистых сосняках на песчаных и супесчаных почвах на Среднем Урале (Сухоложский мехлесхоз).

Исследования проводились на территории Шалинского административного района в подзоне южной тайги на границе Предуральской предгорной и Среднеуральской низкогорной лесорастительных провинций [8]. Объектом исследований являлись расположенные в верхних и средних частях пологих склонов лесосеки сплошной рубки производных от ельника травяного средне- и высокополнотные мягколиственные спелые насаждения II класса бонитета с участием в верхнем ярусе 2–3 единиц деревьев ели и пихты. Рубка древостоя осуществлялась валочно-пакетирующей машиной ЛП-19, а трелевка леса – бесчokerным трелевщиком ЛП-18. Применялась беспасечная технология освоения лесосеки. Через 6 лет после рубки образовались непокрытые лесом площади с обильно разросшейся травянистой растительностью и представляющие собой разнотравно-вейниковые типы вырубок. Для учета подроста хвойных пород было заложено 10 участков. На каждом из них параллельно стене леса на расстоянии 2, 5, 10, 20, 30, 40 и 50 м, где находились плодоносящие деревья темнохвойных пород,

закладывались учетные ленты площадью 100 м<sup>2</sup> (2 × 50). Таким образом, общая площадь сплошного перечета на лентах составила 0,7 га. Подрост подразделялся на подрост предварительной и последующей генераций. Учет подроста последующей генерации производился на стихийно образовавшихся при заготовке леса микроповышениях и микропонижениях с минерализованной поверхностью и на неповрежденной поверхности почвы.

Распределение подроста предварительной и последующей генераций в зависимости от расстояния от стены леса представлены на рисунке.



Распределение подроста предварительной и последующей генераций в зависимости от расстояния до стены леса

Из данных рисунка следует, что основное количество подроста предварительной и последующей генераций, соответственно 43,3 и 60,0 %, располагается непосредственно вблизи стены леса. В первом случае это можно объяснить перемещением лесозаготовительной техники на некотором расстоянии от опушки, во втором – выпадением основной массы семян хвойных древесных пород вблизи материнских деревьев [9] и более слабым разрастанием напочвенного покрова в этих условиях [10]. В зависимости от микрорельефа и задернения поверхности почвы количество хвойного

подроста последующей генерации распределилось следующим образом: 57 % от их общего количества зафиксировано на минерализованной поверхности почвы вблизи стены леса, 10 % – на минерализованных при лесозаготовках микроповышениях и микропонижениях и 33 % – на участках с неповрежденной поверхностью почвы.

Сохранившийся на обследованных вырубках единичный подрост ели предварительной генерации в количестве 13 экз./га имел высоту от 0,5 до 3,0 м и хороший прирост главного побега по высоте. Не вызывает сомнения, что сохранение достаточного количества этого подроста при проведении лесосечных работ с применением соответствующей технологии лесозаготовки обеспечило бы формирование насаждений со значительным участием в их составе темнохвойных пород.

Таким образом, в ельниках горной части Среднего Урала сплошная минерализация почвы при бессистемном перемещении лесозаготовительной техники по площади лесосеки в процессе сплошной рубки и при ограниченном количестве семенных деревьев на смежных нетронутых рубкой участках в течение 6 лет не обеспечивает успешного возобновления лесосек темнохвойными породами.

### *Список источников*

1. Матвеева А. Г. Опытные производственные рубки с сохранением подроста в пихтово-еловых лесах Хабаровского края // Лесоведение. 2022. № 1. С. 13–20.

2. Обеспеченность подростом спелых и перестойных темнохвойных насаждений Пермского края / Е. А. Ведерников, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. 2019. № 3 (369). С. 32–42. DOI: 10.17238/issn0536–1036.2019.3.32.

3. Теринов Н. И., Куликов Г. М. Рубки ухода в лесах Урала. Свердловск : Институт леса УрО РАН, 1991. 89 с.

4. Естественное возобновление леса после рубок / Н. Н. Теринов, Е. М. Андреева, О. Н. Сандаков, В. И. Крюк // Леса России и хозяйство в них, 2015. № 3 (54). С. 15–20.

5. Тибуков А. В., Титов А. П., Никитин Ф. А. Многолетние исследования последствий сплошных рубок // Вестник Московского государственного университета леса. 2016. Т. 20, № 5. С. 96–105.

6. Дерюгин А. А., Рыбакова Н. А., Глазунов Ю. Б. Динамика структуры популяции ели под пологом березняков южной тайги и смешанных лесов в европейской части России // Известия вузов. Лесной журнал. 2023. № 2. С. 15–25. DOI:10.37482/0536–1036–2023–2–15–25.



7. Ковалева М. В., Собачкин Р. С. Напочвенный покров и возобновление сосны после выборочных рубок в сосняках Красноярской лесостепи // Лесоведение. 2015. № 2. С. 105–112.
8. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. 275 с.
9. Залесов С. В. Лесоводство : учебник. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 295 с.
10. Мясников А. Г., Воробьев Д. С., Касымов Д. П. Лесная экология : учебно-методическое пособие. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. 138 с.

## ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ОРНИТОФАУНЫ

Евгений Владимирович Архипов<sup>1</sup>, Илья Владимирович Новокшенов<sup>2</sup>,  
Салтанат Жанузаковна Балташева<sup>3</sup>, Юлия Сергеевна Боссерт<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Государственный национальный природный парк «Бурабай»  
Управления Делами Президента РК, п. Бурабай, Казахстан  
<sup>1, 2, 3, 4</sup> otdel\_nauki@parkburabay.kz

**Аннотация.** Описывается краткая биология большого подорлика. Рассматривается влияние антропогенного изменения лесной территории на обитание и размножение редкого вида хищной птицы – большого подорлика. Предлагаются меры по сохранению мест гнездований и размножения.

**Ключевые слова:** большой подорлик, санитарные рубки, мелиорация, места гнездования

Scientific article

## FORESTRY MEASURES FOR CONSERVATION RARE SPECIES OF AVIFAUNA

Evgeniy V. Arkhipov<sup>1</sup>, Ilya V. Novokshonov<sup>2</sup>, Saltanat Zh. Baltasheva<sup>3</sup>,  
Yuliya S. Bossert<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> State National Natural Park «Burabai» of the Office of the President  
of the Republic of Kazakhstan, Borovoe, KZ  
<sup>1, 2, 3, 4</sup> otdel\_nauki@parkburabay.kz

**Abstract.** A brief biology of the great spotted eagle is described. The influence of anthropogenic changes in the forest area on the habitat and reproduction of a rare species of bird of prey, the great spotted eagle, is considered. Measures are proposed to preserve nesting sites and reproduction.

**Keywords:** great spotted eagle, sanitary logging, land reclamation, nesting sites

Государственный национальный природный парк «Бурабай» (ГНПП) широко известен как географический пункт с оригинальной, редко встречающейся на земле природой. Ландшафт урочища Бурабай представляет собой невысокую горную страну, входящую в состав Казахского мелкосопочника.

На сегодняшний день общая площадь национального парка составляет 129 299 га, которая разделена на 4 функциональные зоны: заповедная, экологической стабилизации, туристско-рекреационной деятельности и ограниченной хозяйственной деятельности [1].

На территории национального парка на регулярной основе ведутся наблюдения за численностью, состоянием, распространением объектов животного мира как промысловых видов, так и находящихся под угрозой исчезновения.

Согласно литературным данным, первые научные исследования на территории парка по изучению фауны проведены в 1816 г. горным офицером И. П. Шангиным.

В 1878 г. директор Тюменской гимназии любитель-натуралист И. Я. Славцов обследовал окрестности крупных озер бывшего Кокчетавского уезда Акмолинской области. Он сообщил (1881 г.) много ценных сведений о природе этих мест и составил первый список птиц и млекопитающих [2].

Важное значение для изучения фауны Бурабая и ее динамики имеют работы С. Д. Лаврова (1928 г.), Н. М. Михеля (1934 г.), Б. К. Штегмана (1938, 1953 гг.) и некоторых других исследователей [2].

Большой подорлик (*Clanga clanga Pallas*, 1811) – очень редкая птица (известно всего 10–25 пар), гнездящаяся в Казахстане (рис. 1). Данный вид находится под глобальной угрозой исчезновения и включен в Красную книгу МСОП, его численность сокращается по всей планете.



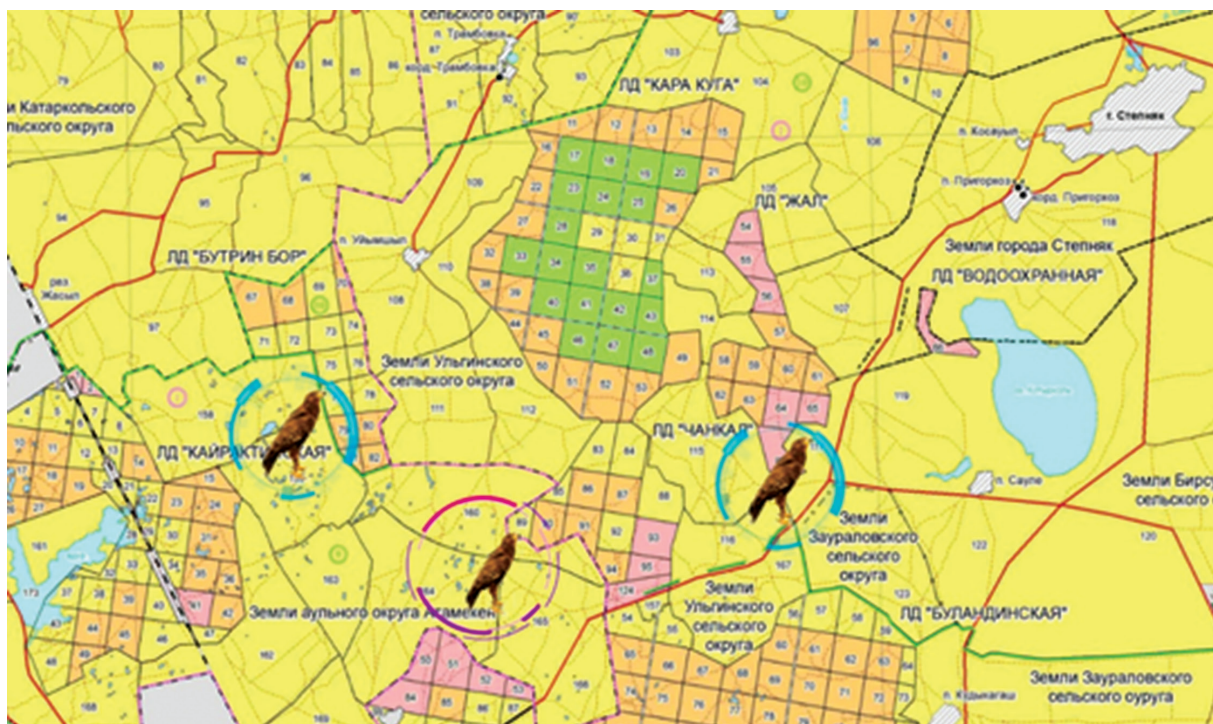
Рис. 1. Большой подорлик (фото О. Беялов)

Гнездится подорлик в низинных лесах вблизи водно-болотных угодий. Гнездо строит на больших деревьях. Порода деревьев может меняться в зависимости от условий обитания [3], но в условиях ГНПП большой подорлик гнездится на соснах (*Pinus sylvestris*). Питается мелкими млекопитающими, водоплавающими птицами, земноводными и змеями. Поэтому предпочтительным местом охоты являются болота и влажные луга, которые непосредственно прилегают к местам размножения [3].

Подорлик – хищная птица из семейства ястребиных. Длина тела 60–74 см, размах крыльев 153–182 см, масса 1,5–3,2 кг [4]. Максимальная продолжительность жизни подорликов от 20 до 25 лет. Основными угрозами их исчезновения являются местные условия обитания, преднамеренное отравление и охота. Среднегодовая смертность составляет 35 % в год для молодых особей, 20 % – для незрелых птиц и 5 % – для взрослых. Из-за этих угроз средняя продолжительность жизни обычно составляет от 8 до 10 лет. Во всем мире этому виду угрожает потеря среды обитания в районах размножения и зимовки, поскольку водно-болотные угодья осушаются для сельскохозяйственных нужд, а места гнездования обезлесены. Другой серьезной угрозой является незаконный отстрел и отравление [3]. Кроме того, часто происходят несчастные случаи со смертельным исходом при столкновении птиц с ветряными турбинами и линиями электропередач, особенно на миграционных маршрутах. Молодые птицы подвергаются особой опасности во время своей первой миграции. Только около половины перелетных больших подорликов возвращаются невредимыми с мест зимовки [5]. Поскольку каждая пара выводит только одного птенца в год, потеря молодой птицы представляет угрозу для всей популяции.

В ГНПП «Бурабай» большой подорлик, вероятно, не гнездится в зоне заповедного режима или в зоне экологической стабилизации, так как там его появление не отмечалось. Поэтому существует риск, связанный с лесохозяйственной и сельскохозяйственной деятельностью. Именно потому что этот вид особенно чувствителен к экологическим нарушениям, чрезмерное лесопользование может привести к повторным нарушениям и, следовательно, к оставлению места гнездования [6]. Кроме того, постоянная засуха на территории ГНПП может способствовать потере подходящих мест обитания. Как правило, при проведении санитарных рубок березы повислой (*Betula verrucosa*) и ивы-козьеи (*Salix caprea*) в береговой зоне лесовосстановительные мероприятия не проводятся. В результате таких действий мелкие водоемы иссушаются и, как правило, снижается кормовая база.

Места гнездования и предполагаемые места обитания большого подорлика обнаружены в августе 2022 г. (рис. 2). Они находятся вблизи водоемов и часто рядом с пастбищами.



*Предполагаемые места обитания*



*Достоверные места обитания*

Рис. 2. Фрагмент карты с местами обитания большого подорлика

При рекогносцировочном обследовании (апрель 2023 г.) мест возможного гнездования большого подорлика на территории ГНПП с помощью беспилотного летательного аппарата на высоте 15 м обнаружено гнездо с кладкой. По поведению пары птиц большого подорлика, парящих в радиусе гнезда 30–50 м, предположено, что гнездо принадлежит им (рис. 3).

Обычно подорлики охотятся на свою добычу на пастбищах, которые не охраняются, а также на болотах, полях и других открытых ландшафтах и нередко даже в лесах. Их охотничьи угодья, как правило, находятся рядом с гнездами, расположенными на расстоянии до 1–2 км от места гнездования.

В целях защиты, сохранения и улучшения важных мест обитаний данного вида по всему миру проводятся различные международные семинары, созданы ассоциации, проводятся научные исследования и разрабатываются методические рекомендации. Запущены проекты по охране большого подорлика. Основной работой данных проектов является мониторинг гнездования, контроль, динамика численности и сохранения.



Рис. 3. Гнездо с кладкой яиц (фото Е. Архипов)

Предлагаемые мероприятия на территории ГНПП «Бурабай»:

- ввести запрет на любые рубки в радиусе 1,5 км от мест гнездования;
- санитарные рубки с обязательными лесовосстановительными мероприятиями аборигенных древесных пород проводить после того, как птенцы научатся летать;
- ограничить в радиусе 500 м появление скота и людей;
- в период высиживания и до того, как молодые птенцы встанут на крыло, проводить (не менее двух раз в день) обход участков гнездования;
- ограничить водопой скота с берегов водоемов, вблизи которых гнездится большой подорлик.

### ***Список источников***

1. Закон РК «Об особо охраняемых природных территориях» от 7 июля 2006 года № 175. URL: [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z060000175\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z060000175_) (дата обращения: 03.06.2023).

2. Современное состояние, проблемы и перспективы развития ООПТ РК: материалы научно-практической конференции, посвященной 10-летию ГНПП «Бурабай», 50-летию Музея природы и 80-летию академика НАН РК Т. Х. Токмурзина. Кокшетау : Мир печати, 2010. С. 105.

3. BirdLife International (2021a): *Clanga clanga*. Красный список угрожаемых видов МСОП 2021: e.T22696027A203868747. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22696027A203868747.en> (accessed: 10.09.2022).

4. Большой подорлик – неутомимый хищник. Большая энциклопедия птиц. URL: <https://rarebirds.ru/falconiformes/bolshoy-podorlik> (дата обращения: 03.06.2023).

5. Мациоровски М., Лонтовски Й., Мизера Т. Пятнистый орел – исчезающая птица болот. Unigraf. Познань, 2014.

6. Подорлик. Wildfauna.Ru – Дикие животные, 2021. URL: <https://wildfauna.ru/podorlik> (дата обращения: 03.06.2023).

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В БЕРЕЗНЯКАХ ЗИЛАЙРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Андрей Евгеньевич Морозов<sup>1</sup>, Наталья Ивановна Стародубцева<sup>2</sup>,  
Эльвира Альбертовна Ярбулова<sup>3</sup>, Альбина Равильевна Кишбаум<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> MorozovAE@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> StarodubcevaNI@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> elya.yarbulova@yandex.ru

<sup>4</sup> albina.kirshbaum@gmail.com

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований воздействия лесной рекреации на процессы естественного лесовосстановления под пологом чистых березняков в условиях Зилайрского района Республики Башкортостан.

**Ключевые слова:** лесная рекреация, стадии дигрессии, березовые насаждения, подрост

Scientific article

## NATURAL FOREST RESTORATION IN BIRCH FORESTS OF ZILAIR DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN IN CONDITIONS OF RECREATIONAL IMPACT

Andrey E. Morozov<sup>1</sup>, Natalya I. Starodubtseva<sup>2</sup>, Elvira A. Yarbulova<sup>3</sup>,  
Albina R. Kirshbaum<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> MorozovAE@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> StarodubcevaNI@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> elya.yarbulova@yandex.ru

<sup>4</sup> albina.kirshbaum@gmail.com

**Abstract.** The article presents the results of studies of the impact of forest recreation on the processes of natural reforestation under the canopy of pure birch forests in the conditions of the Zilairsky district of the Republic of Bashkortostan.

**Keywords:** forest recreation, stages of digression, birch plantations, undergrowth



Исследованиями воздействия лесной рекреации на состояние насаждений занимался целый ряд авторов [1–4 и др.]. В то же время сведения о результатах подобных исследований на территории Зилаирского района Республики Башкортостан в литературных источниках нами не обнаружены.

Зилаирский район расположен в центральной части Республики Башкортостан на территории Зилаирского плато, которое представляет собой уникальный природный ландшафт с контрастным рельефом. В соответствии с Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» [5] район исследования находится в Южно-Уральском лесостепном районе лесостепной зоны.

В настоящее время растительность плато сильно трансформирована хозяйственной деятельностью. На месте коренных сосново-лиственничных лесов преобладают производные березняки. В то же время уникальный ландшафт на фоне относительно невысокой лесистости территории делает популярными березняки района исследований для рекреационного использования местным населением.

Воздействию стихийной неорганизованной рекреации в исследуемых лесных насаждениях прежде всего подвергаются нижние ярусы лесной растительности, включая подрост. В то же время от обеспеченности подростом предварительной генерации в немалой степени зависит будущее лесных насаждений.

Исследования проводились по методу пробных площадей, которые закладывались в чистых средневозрастных и приспевающих разнотравных березняках вегетативного происхождения, испытывающих воздействие рекреации разной степени интенсивности. Все исследуемые насаждения характеризуются низкой относительной полнотой, не превышающей 0,4 единиц (такие насаждения наиболее популярны у рекреантов в районе исследования). Все древостои при этом оцениваются как высокопроизводительные (не ниже второго класс бонитета).

Преобладающим видом рекреации в районе исследования является повседневная рекреация бивачного типа, связанная с устройством биваков, пикников, разведением костров, сбором валежа, рубкой древесно-кустарниковой растительности, вытаптыванием и уничтожением нижних ярусов растительности. Наиболее востребованными у рекреантов при этом являются насаждения, произрастающие вблизи реки Зилаир и ее притоков. Все исследуемые насаждения характеризуются удовлетворительной рекреационной ценностью, по А. И. Тарасову [6].

Стадии рекреационной дигрессии определялись по шкале устойчивости насаждения к рекреационным нагрузкам, согласно В. В. Загребеву и др. [7].

Пробные площади закладывались в лесных насаждениях 1–4 стадий рекреационной дигрессии.

Учет естественного лесовосстановления проводился на учетных площадках размером 2 × 2 м, закладываемых по диагоналям пробных площадей через равное расстояние. На каждой пробной площади закладывалось до 20 учетных площадок.

Распределение подроста по категориям жизнеспособности в насаждениях различных стадий рекреационной дигрессии представлено в табл. 1.

*Таблица 1*

Распределение подроста по категориям жизнеспособности

Стадия дигрессии	Древесная порода	Числитель – общее количество подроста, шт./га, знаменатель – доля, %		
		жизнеспособный	нежизнеспособный	всего
1	Б	$\frac{2010}{88}$	$\frac{272}{12}$	$\frac{2282}{100}$
	С	$\frac{271}{83}$	$\frac{54}{17}$	$\frac{325}{100}$
	Итого	$\frac{2281}{87}$	$\frac{326}{13}$	$\frac{2607}{100}$
2	Б	$\frac{964}{78}$	$\frac{273}{22}$	$\frac{1237}{100}$
	Ос	$\frac{367}{92}$	$\frac{31}{8}$	$\frac{398}{100}$
	Итого	$\frac{1331}{81}$	$\frac{304}{19}$	$\frac{1635}{100}$
3	Ос	$\frac{313}{31}$	$\frac{687}{69}$	$\frac{1000}{100}$
	Б	$\frac{125}{100}$	–	$\frac{125}{100}$
	Итого	$\frac{438}{39}$	$\frac{687}{61}$	$\frac{1125}{100}$
4	Ос	$\frac{167}{33}$	$\frac{333}{67}$	$\frac{500}{100}$
	Итого	$\frac{167}{33}$	$\frac{333}{67}$	$\frac{500}{100}$

Наибольшая численность подроста наблюдается в насаждениях первой стадии дигрессии (2607 шт./га), а наименьшее – в насаждениях четвертой стадии (500 шт./га). С увеличением стадии дигрессии численность подроста снижается.

В составе подроста в насаждениях первой стадии дигрессии присутствуют сосна и береза. При этом береза преобладает. Подрост сосны встречается только в березняках, находящихся на первой стадии рекреационной дигрессии. Подрост березы доминирует в насаждениях первой и второй стадий дигрессии. В насаждениях третьей стадии доминирует подрост осины. В насаждениях четвертой стадии встречается единично только подрост осины. Таким образом, можно констатировать, что доля подроста осины увеличивается в составе подроста с увеличением стадии рекреационной дигрессии.

С увеличением стадии дигрессии насаждений наблюдается снижение в составе подроста доли жизнеспособных экземпляров. Так, при первой стадии дигрессии она составляет 87 %, при второй – 81 %, при третьей – 39 %, при четвертой – 33 %.

Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный также зависит от стадии рекреационной дигрессии (табл. 2). Наибольшее значение этого показателя наблюдается при первой стадии (1858 шт./га), а наименьшее – при четвертой (218 шт./га).

*Таблица 2*

Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный

Стадия дигрессии	Древесная порода	Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный, шт./га	Состав подроста
1	Б	1642	8,8Б1,2С
	С	216	
	Итого	1858	
2	Б	647	7,6Б2,4Ос
	Ос	333	
	Итого	980	
3	Ос	225	8,9Ос1,1Б
	Б	100	
	Итого	325	
4	Ос	218	10Ос

В целом численность жизнеспособного подроста в пересчете на крупный во всех исследуемых насаждениях не превышает 2000 шт./га, что оценивается как неудовлетворительное естественное лесовосстановление и требует проведения искусственного лесовосстановления согласно критериям табл. 2 прил. 20 к Приказу Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка

согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления» [8].

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что численность и состав подроста под пологом разнотравных березняков в условиях их стихийного рекреационного использования находятся в обратной зависимости от стадий рекреационной дигрессии насаждений. При этом наименее благоприятные условия для формирования подроста складываются при четвертой стадии. Полученные данные могут быть использованы при планировании мероприятий по воспроизводству и повышению устойчивости березовых лесов района исследования в условиях их интенсивного рекреационного использования.

### *Список источников*

1. Залесов С. В., Хайретдинов А. Ф. Ландшафтные рубки в лесопарках. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 176 с.
2. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2015. 152 с.
3. Бунькова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. 124 с.
4. Морозов А. Е., Стародубцева Н. И., Залесов С. В. Состояние лесных насаждений Джабык-Карагайского бора в условиях длительного рекреационного использования // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2019. № 4 (57). С. 72–80.
5. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». М., 2014. 31 с.
6. Тарасов А. И. Рекреационное лесопользование. М. : Агропромиздат, 1986. 176 с.
7. Общесоюзные нормативы для таксации лесов : справочник / В. В. Загреев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко и др. М. : Колос, 1992. С. 495.
8. Приказ Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». М., 2021. 168 с.

## ЕСТЕСТВЕННОЕ СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ С РАЗНЫМИ ТАКСАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Борис Петрович Чураков<sup>1</sup>, Роман Андреевич Чураков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ульяновский государственный университет, Ульяновск, Россия

<sup>1</sup> churakovbp@yandex.ru

<sup>2</sup> romanchurakov@mail.ru

*Аннотация.* В статье приводятся данные по естественному семенному возобновлению дуба черешчатого в дубравах Ульяновской области в зависимости от некоторых таксационных характеристик дубовых насаждений. Установлено, что тип леса, породный состав и полнота древостоев оказывают влияние на количество естественного семенного возобновления дуба.

*Ключевые слова:* естественное лесовозобновление, дубовые насаждения, таксационные характеристики, дуб черешчатый

Scientific article

## NATURAL SEED RENEWAL OF PEDUNCULATE OAK IN OAK PLANTATIONS WITH DIFFERENT TAXATION CHARACTERISTICS

Boris P. Churakov<sup>1</sup>, Roman A. Churakov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

<sup>1</sup> churakovbp@yandex.ru

<sup>2</sup> romanchurakov@mail.ru

*Abstract.* The article presents data on the natural seed renewal of the pedunculate oak in the oak forests of the Ulyanovsk region, depending on some taxational characteristics of oak plantations. It has been established that the type of forest, the species composition and the completeness of stands affect the amount of natural seed renewal of oak.

*Keywords:* natural reforestation, oak plantations, taxation characteristics, pedunculate oak

Отсутствие естественного семенного возобновления дуба, наряду с многократным порослевым возобновлением, является одной из причин сокращения площади дубовых лесов [2, 3, 7, 9]. Это связано как со снижением репродуктивной способности порослевых деревьев, так и с отсутствием

соответствующего ухода за появляющимся самосевом дуба [1, 4, 8, 10]. В. Б. Михно и др. [5] считают, что основным фактором, определяющим деградацию дубрав, является неспособность дуба восстанавливаться естественным путем под пологом материнского насаждения. Однако по нашим данным [11], в древостоях с участием дуба 7–8 единиц количество самосева было больше, чем в сосняках с участием дуба 1–2 единицы. Но это может быть связано с недостаточным количеством желудей в сосняках.

Изучено влияние некоторых таксационных характеристик (тип леса, состав и полнота древостоя) на естественное возобновление дуба в дубовых насаждениях Славкинского участкового лесничества Ульяновской области. Таксационная характеристика этих насаждений представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика (тип леса, состав и полнота древостоя) дубовых насаждений

№ кв.	№ выд.	Площ., га	Состав	Возраст	$H_{cp.}$	$D_{cp.}$	Бонитет	Тип леса	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	31	5,4	10ДН	80	15	28	IV	МТР	0,5	540
3	20	4,5	10ДН	85	17	24	IV	МТР	0,6	680
5	8	13,1	10ДН	80	15	24	IV	МТР	0,4	920
Итого		23,0								
8	1	18,3	9ДН 1С	85 80	18 21	28 24	IV	МТР	0,6	2140 240
77	13	27,0	9ДН 1Ос	80 70	16 19	20 20	IV	МТР	0,5	2430 270
5	28	7,7	9ДН 1Кл	90 40	16 12	24 18	IV	МТР	0,4	560 60
Итого		53,0								
92	24	3,2	10ДН	85	16	18	IV	ЗМТР	0,4	260
93	9	6,1	10ДН	85	18	22	IV	ЗМТР	0,5	670
90	23	5,2	10ДН	80	16	20	IV	ЗМТР	0,6	560
Итого		14,5								
78	2	26,9	9ДН 1Ос	85 70	18 20	20 22	IV	ЗМТР	0,4	2660 300
90	26	2,2	9ДН 1Б	75 65	15 18	18 22	IV	ЗМТР	0,5	200 20
93	19	5,7	9ДН 1Б	85 70	16 19	20 22	IV	ЗМТР	0,6	570 60
Итого		34,8								

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35	11	4,2	10ДН	85	18	22	IV	СНЯС	0,4	540
76	9	5,1	10ДН	80	18	20	IV	СНЯС	0,5	610
65	11	6,0	10ДН	85	18	22	IV	СНЯС	0,6	710
Итого		15,3								
39	12	4,4	9ДН 1Ос	80 60	16 16	20 18	IV IV	СНЯС	0,4	470 40
36	24	5,0	9ДН 1Б	80 75	18 21	20 22	IV	СНЯС	0,5	670 80
36	26	3,6	9ДН 1Б	80 75	18 21	20 22	IV	СНЯС	0,6	470 50
Итого		13,0								

В каждом типе леса для каждого состава и полноты древостоя закладывалось по 6 пробных площадок размером 20 × 20 м, на которых проводился учет естественного возобновления дуба в возрасте до 3 лет. Всего было заложено 108 проб. На этих же пробных площадях проведен учет пораженных мучнистой росой (*Microsphaera alphitoides* Gr.) дубков. Результаты учета обрабатывались с использованием компьютерной программы Excel. В табл. 2 представлены данные по количеству естественного возобновления дуба в разных типах леса.

Таблица 2

Количество естественного семенного возобновления дуба черешчатого

Тип леса	Состав	Возраст	Бонитет	Количество самосева (шт.) при полноте $X + S_x$			Итого
				0,4	0,5	0,6	
МТР	10ДН	80	IV	10 ± 0,7	12 ± 0,9	14 ± 1,0	36
МТР	9ДН	80	IV	11 ± 1,1	10 ± 0,9	15 ± 1,2	36
Всего	–	–	–	21	22	29	72
ЗМТР	10ДН	85	IV	6 ± 0,9	10 ± 0,8	12 ± 1,1	28
ЗМТР	9ДН	85	IV	8 ± 1,1	9 ± 0,8	10 ± 0,9	27
Всего	–	–	–	14	19	22	55
СНЯС	10ДН	85	IV	16 ± 1,2	17 ± 1,2	18 ± 1,4	51
СНЯС	9ДН	80	IV	14 ± 1,3	15 ± 0,9	14 ± 1,1	43
Всего	–	–	–	30	32	32	94
Итого	10ДН	–	–	32	39	44	115
Итого	9ДН	–	–	33	34	39	106
Всего	–	–	–	65	73	83	221

Полученные данные показывают, что в обследованных насаждениях наибольшее количество самосева дуба отмечено в дубняках снытьево-ясменниковых (94 шт.), наименьшее – в дубняках злаково-мелкотравных (55 шт.). Это согласуется с результатами исследований В.В. Благовещенского (2005), в которых отмечается, что в дубняках и липняках со снытью и осокой волосистой, где разрежен травяной покров, создаются более благоприятные условия для естественного возобновления дуба. По всем типам дубняков наибольшее количество естественного возобновления дуба наблюдается в древостоях с полнотой 0,6, наименьшее – в древостоях с полнотой 0,4. Что касается состава древостоя, то в основном во всех типах леса наибольшее количество самосева наблюдается в древостоях с участием дуба в составе 10 единиц. На важнейшую роль исходного состава древостоя и типа леса в появлении и судьбе подростов хвойных пород указывают Б. А. Монгуш и др. (2018).

Помимо естественного возобновления дуба на пробных площадях присутствовал самосев и других лиственных пород, некоторые из которых значительно превосходили по количеству самосевов дуба. По данным П. А. Чеботарева и др. [9], обилие подростов сопутствующих дубу пород превосходит самосев дуба в спелых насаждениях в 572 раза, а в перестойных – в 197 раз.

Влияние типа леса и полноты древостоя на количество самосева дуба подтверждается также и результатами проведенного двухфакторного дисперсионного анализа без повторений (табл. 3).

Таблица 3

Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости количества самосева дуба от типа леса и полноты древостоя

Источник вариации	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i> -значение	<i>F</i> критическое
Строки	138,277	5	27,6555	15,1768	0,00021	3,325835
Столбцы	27,1111	2	13,5555	7,43902	0,01049	4,102821
Погрешность	18,2222	10	1,82222	–	–	–
Итого	183,611	17	–	–	–	–

Результаты дисперсионного анализа дают основание говорить о том, что тип леса ( $27,6555 > 3,32583$ ) и полнота древостоя ( $7,43902 > 4,10282$ ) влияют на количество самосева дуба.

В табл. 4 представлены результаты учета пораженного мучнистой росой естественного возобновления дуба.



Таблица 4

## Зараженность самосева дуба мучнистой росой

Тип леса	Состав	Количество самосева (шт.) при полноте $X \pm S_x$						Итого	
		0,4		0,5		0,6			
		всего	пораж.	всего	пораж.	всего	пораж.	всего	пораж.
МТР	10ДН	10±0,7	6±0,8	12±0,9	8±1,1	14±1,0	11±1,2	36	25
МТР	9ДН	11±1,1	5±0,9	10±0,9	7±0,8	15±1,2	9±1,0	36	21
Всего		21	11	22	15	29	20	72	46
ЗМТР	10ДН	6±0,9	3±0,9	10±0,8	7±0,9	12±1,1	9±0,8	28	19
ЗМТР	9ДН	8±1,1	4±0,7	9±0,8	4±0,6	10±0,9	6±0,7	27	14
Всего		14	7	19	11	22	15	55	33
СНЯС	10ДН	16±1,2	7±0,8	17±1,2	10±1,0	18±1,4	11±1,0	51	28
СНЯС	9ДН	14±1,3	8±0,9	15±0,9	9±0,8	14±1,1	8±0,8	43	25
Всего		30	15	32	19	32	19	94	53
Итого	10ДН	32	16	39	25	44	31	115	72
Итого	9ДН	33	17	34	20	39	23	106	60
Всего		65	33	73	45	83	54	221	132

Анализ данных табл. 4 указывает на то, что наибольшая относительная зараженность самосева дуба мучнистой росой отмечена в дубняке МТР (64 %), наименьшая – в дубняке СНЯС (56 %). Относительная зараженность дубков болезнью в древостоях с долей участия дуба в 10 единиц выше (63 %), чем в древостоях с участием дуба в 9 единиц (56 %). Суммарная по всем типам леса относительная зараженность самосева в древостоях с полнотой 0,6 и с участием дуба в 10 единиц составила 70 %, с участием дуба в 9 единиц – 57 %; в древостоях с полнотой 0,4 соответственно 50 % и 52 %. То есть по мере увеличения полноты древостоя зараженность самосева повышается.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ без повторений (табл. 5) подтверждает зависимость зараженности самосева дуба мучнистой росой от типа леса ( $5,953488 > 3,325835$ ) и полноты древостоя ( $12,90698 > 4,102821$ ).

Таблица 5

## Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости зараженности самосева дуба от типа леса и полноты древостоя

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Строки	42,66667	5	8,533333	5,953488	0,008295	3,325835
Столбцы	37	2	18,5	12,90698	0,001697	4,102821
Погрешность	14,33333	10	1,433333	–	–	–
Итого	94	17	–	–	–	–

## Выводы

1. Наибольшее количество самосева дуба отмечено в дубняках снытьево-ясменниковых (94 шт.), наименьшее – в дубняках злаково-мелкотравных (55 шт.).

2. По всем типам дубняков наибольшее количество естественного возобновления дуба наблюдается в древостоях с полнотой 0,6, наименьшее – в древостоях с полнотой 0,4.

3. Во всех типах леса наибольшее количество самосева в основном наблюдается в древостоях с участием дуба в составе не менее 10 единиц.

4. Наибольшая относительная зараженность самосева дуба мучнистой росой отмечена в дубняке МТР (64 %), наименьшая – в дубняке СНЯС (56 %).

5. Относительная зараженность дубков болезнью в древостоях с долей участия дуба в 10 единиц выше (63 %), чем в древостоях с участием дуба в 9 единиц (56 %).

## *Список источников*

1. Болычевцев В. Г. Особенности возобновления и роста дуба в северной части его массивного распределения: автореферат диссертации ... кандидата сельскохозяйственных наук. М., 1965. 15 с.

2. Ерусалимский В. И. Естественное возобновление на вырубках в дубравах хвойно-широколиственных лесов : труды южно-европ. ЛОС: «Леса степ. зоны евр. части России и ведение хоз-ва в них». М. : ВНИИЛМ, 2009. С. 77–81.

3. Зленко Л. В., Головина А. Н. Оценка успешности естественного лесовозобновления в разных типах леса : сборник научных трудов ГНБС. Т. 147. Ялта, 2018. С. 33–34.

4. Корчагин О. М., Рыжков О. В. Результаты 4-летних наблюдений за ходом естественного возобновления в лесных экосистемах с коротким периодом заповедания // Лесные стационарные исследования. Тула : Гриф и К°, 2001. С. 215–216.

5. Деградация дубрав Центрального Черноземья / В. Б. Михно, Н. Н. Харченко, В. В. Царалунга [и др.] // Воронеж : Воронежский государ. лесотехн. универ., 2010. 604 с.

6. Монгуш Б. А., Смирнов А. П., Смирнов А. А. Естественное возобновление на вырубках Ленинградской области в связи с исходным типом леса и плодородием почвы : сборник научных трудов ГНБС. Т. 147. Ялта, 2018. С. 50–51.

7. Селочник Н. Н. Состояние дубрав среднерусской лесостепи и их грибные сообщества. М., СПб., 2015. 216 с.

8. Царалунга В. В., Харченко А. А. Санитарные рубки в дубравах: обоснование и оптимизация. Воронеж : Воронежская лесотехническая академия, 2003. 240 с.

9. Чеботарев П. А., Чеботарева В. В., Стороженко В. Г. Гнилевые фауны спелых и перестойных дубовых древостоев Теллермановского опытного лесничества // Лесоведение. 2019. № 1. С. 49–56.

10. Чураков Б. П., Алеева Л. Р. Влияние отдельных представителей патогенной микобиоты на порослевое возобновление дуба черешчатого // Лесные стационарные исследования. Тула : Гриф и К°, 2001. С. 320–321.

11. Чураков Б. П., Чураков Р. А. Семенное возобновление дуба черешчатого в дубравах и сосняках Ульяновской области // Лесоведение. 2021. № 4. С. 363–371.

## ОЦЕНКА СОХРАННОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ КЛЮЧЕВЫХ БИОТОПОВ ПОСЛЕ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

Федор Николаевич Дружинин<sup>1</sup>, Владислава Владимировна Аверина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
им. Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

<sup>1</sup> drujinin@mail.ru

<sup>2</sup> ershova.vladislava@yandex.ru

**Аннотация.** В представленной статье рассмотрен вопрос о сохранности и устойчивости ключевых биотопов в арендных базах лесозаготовительных предприятий после завершения лесосечных работ. Исследования проведены на территории Тотемского лесничества Вологодской области. В ходе лесоводственной оценки, в рамках мониторинговых наблюдений (до, в процессе и после завершения лесосечных работ), зафиксирована высокая сохранность и устойчивость древесной растительности в ключевых биотопах. Результаты и анализ данных позволил дать положительную оценку эффективности выполнения мер по сохранению биологического разнообразия в процессе лесопромышленной деятельности.

**Ключевые слова:** лесопользование, заготовка древесины, мониторинговые наблюдения, ключевые биотопы, сохранность, устойчивость

Scientific article

## THE IMPACT OF FORESTRY ACTIVITIES ON KEY BIOTOPES IN THE RENTAL BASE OF LOGGING ENTERPRISES

Fyodor N. Druzhinin<sup>1</sup>, Vladislava V. Averina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin, Vologda, Russia

<sup>1</sup> drujinin@mail.ru

<sup>2</sup> ershova.vladislava@yandex.ru

**Abstract.** The article considers the issue of the preservation and sustainability of key biotopes in the rental bases of logging enterprises after the completion of logging operations. The research was carried out on the territory of the Totem Forestry of the Vologda region. During the forestry assessment, within the framework of monitoring observations (before, during and after the completion of logging operations), high preservation and stability of woody vegetation in key biotopes was recorded. The results and data analysis allowed

us to give a positive assessment of the effectiveness of the implementation of measures for the conservation of biological diversity in the process of forestry activities.

**Keywords:** forest management, timber harvesting, monitoring observations, key biotopes, conservation, sustainability

Соблюдение экологических норм и требований в процессе лесозаготовительной деятельности предприятий – важная часть современного ведения бизнеса. Такой путь развития неизбежен, поскольку потребители и общество требуют от руководителей предприятий не только решения социальных вопросов, но и ответственного подхода к охране окружающей среды.

Лесные экосистемы характеризуются одним из наиболее высоких уровней биологического разнообразия. На национальном уровне необходимость сохранения биологического разнообразия отражается в Федеральных законах «Об охране окружающей среды» и «О животном мире», Лесном кодексе Российской Федерации и других нормативно-правовых актах [1, 2, 3]. Декларируется, что управление лесами Российской Федерации направлено на обеспечение рационального и неистощительного использования лесов, их охрану, защиту и воспроизводство, исходя из принципов устойчивого управления лесами и сохранения биоразнообразия лесных экосистем, повышения экологического и ресурсного потенциала насаждений, удовлетворения потребностей общества в лесных ресурсах на основе научно-обоснованного, многоцелевого использования [4].

Одним из подходов сохранения биологического разнообразия в процессе заготовки древесины является выделение и сохранение ключевых биотопов. Это сравнительно небольшие по площади участки или отдельные объекты, для которых характерно более высокое биоразнообразие, чем для остальной части лесосеки [5]. К ключевым биотопам относят: хвойные заболоченные участки леса в понижениях, окраины болот, участки леса вокруг постоянных и временных водных объектов, валеж на разной стадии разложения, редкие виды деревьев, единичные сухостойные деревья, места гнездования и убежища животных, старовозрастные деревья и другие. Их сохранение на лесосеках позволяет уменьшить негативное влияние на экосистемы, которое неизбежно происходит при промышленных рубках.

Для лесоводственно-экологической оценки влияния хозяйственной деятельности лесозаготовительных предприятий при сохранении биологического разнообразия и выявлении устойчивости экосистем после различных форм рубок с оставлением ключевых биотопов проводились мониторинговые наблюдения на стационарном объекте «Успенье» (табл. 1). Рассматриваемый лесной участок расположен в Маныловском сельском участковом

лесничестве Тотемского территориального отдела – государственного лесничества (квартал 63 выдел 18).

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика ключевых биотопов

Состав, ярусность насаждений	Элемент леса	Средние		Количество, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Бонитет
		Д, см	Н, м		абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная		
I ярус 5БЗПх1Ос1Ив	Б	17,9	20,0	500	12,60	0,42	122	Ia
	Пх	23,2	19,0	180	7,59	0,22	71	
	Ос	14,3	17,0	225	3,60	0,11	30	
	Ив	25,4	18,0	75	3,80	0,11	33	
	в целом	17,9	20,0	980	27,59	0,86	256	
II ярус 9Е1Лп	Е	17,6	14,0	700	17,05	0,66	123	II
	Лп	13,0	13,0	81	1,07	0,04	7	
	в целом	17,6	14,0	781	18,12	0,70	130	

До производства лесосечных работ, исходя из материалов отвода и таксации лесосек, насаждения характеризовались следующими морфологическими показателями: по составу – смешанные, по форме – сложные, по производительности – высокопроизводительные. Насаждения относились к высокобонитетной хвойной хозяйственной секции зеленомошной группы типов условий местопроизрастания (ельники черничные свежие и влажные). В процессе выполнения основных лесосечных работ был сохранен нетронутым участок с пихтой сибирской и липой мелколистной в составе древостоя.

Лесоводственная оценка санитарного состояния ключевых биотопов, выделенных и сохраненных в процессе рубки древостоя, выполнена с учетом Правил санитарной безопасности в лесах [6]. В ходе работ установлены категории состояния древесной растительности в ключевых биотопах (табл. 2).

Результаты обследования показали, что древесная растительность в ключевых биотопах характеризуется средними значениями, преимущественно III категории. Большинство древесных пород классифицировано как сильно ослабленные или усыхающие. При этом необходимо отметить, что эти участки сохранили устойчивость, в том числе и к воздействию неблагоприятных климатических факторов. Доля ветровальных и буреломных деревьев не превышала 15 %. Вываленные с корнями деревья зафиксированы только вблизи технологических коридоров.

Таблица 2

## Оценка состояния насаждений в ключевых биотопах

Порода	Распределение деревьев по категориям санитарной оценки, %										Средняя категория санитарной оценки
	I – здоровые	II – ослабленные	III – сильно ослабленные	IV – усыхающие	V – свежий сухостой	VI – старый сухостой	Va – свежий ветровал	VIa – старый ветровал	Vб – свежий бурелом	VIб – старый бурелом	
Б	–	17	58	17	–	8	–	–	–	–	III,16
Ос	1	23	35	17	2	13	–	–	–	9	III,40
Б	4	59	28	2	1	6	–	–	–	–	II,57
Пх	–	38	25	31	–	6	–	–	–	–	III,10
Ос	–	64	26	–	2	8	–	–	–	–	II,65
Ив	–	–	–	–	100	–	–	–	–	–	V,00
Е	29	28	38	5	–	–	–	–	–	–	II,19
Лп	–	–	100	–	–	–	–	–	–	–	III,00

Одновременно с оценкой санитарного состояния устанавливали характер и причины повреждений. В общей сложности выявлено 15 различных повреждений (табл. 3). Наиболее часто встречались деревья, поврежденные в результате механического воздействия, вызванного как факторами среды, так и биотическими факторами, обусловленными внутривидовой конкуренцией.

Таблица 3

## Повреждаемость древесной растительности в ключевых биотопах

Порода	Доля растений без повреждений, %	Распределение деревьев по характеру повреждений, %														Доля поврежденных экземпляров, %	
		заселение фитовредителями	смолопоттеки	однобокость кроны	сухие сучья	многовершинность	обдир ствола	морозобойные трещины	суховершинность	облом вершины	сухобокость	кривоствольность	заселение энтомофредителями	охлест кроны	ведьмины метлы		двухвершинность
Б	60	–	–	–	–	–	20	10	–	5	–	–	–	5	–	–	40
Пх	56	–	6	13	–	–	19	6	–	–	–	–	–	–	–	–	44
Ос	89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11	–	–	–	–	11
Ив	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Е	61	–	3	18	–	–	7	7	–	–	–	–	–	–	4	–	39
Лп	1	–	–	12	–	–	37	13	–	–	–	12	–	–	–	25	99

Среди обследованных древесных пород по объектам исследования минимальной повреждаемостью характеризуются ива белая (*Salix alba* L.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Они занимают господствующий и согосподствующий яруса, что и повлияло на их жизненное состояние и более низкую повреждаемость.

В заключение следует отметить, что в целом, в ходе мониторинговых наблюдений, на основании лесоводственной оценки лесорастительных условий, жизненного состояния древостоев установлено, что сохраняемые в процессе лесосечных работ ключевые биотопы обладают достаточно высокой устойчивостью к воздействию непатогенных биотических факторов. Таким образом, анализ собранных во время мониторинга данных позволил дать положительную оценку эффективности сохранения ключевых биотопов. Лесообразовательный процесс на этих лесных участках обусловлен естественными процессами, а антропогенные виды (осина, береза, ива) не имеют интенсивного распределения. Охраняемые (липа мелколистная) и виды, занесенные в красную книгу Вологодской области (пихта сибирская), характеризуются как жизнеспособные. Признаков ухудшения их жизненного состояния нами не зафиксировано.

### ***Список источников***

1. Инструкция по сохранению биологического разнообразия при осуществлении лесозаготовительного производства и ведения лесного хозяйства ЗАО «Вышневолоцкий леспромхоз» на арендуемых участках лесного фонда. Вышний Волочек, 2011. 25 с.

2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 17.10.2022 № 688 «Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о внесении изменений в Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденные приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993» (Зарегистрирован 30.11.2022 № 71217). URL: <https://normativ.kontur.ru/document> (дата обращения: 17.03.2023).

3. Пилипко Е. Н. Методология исследований лесных экосистем : методическое пособие. Вологда-Молочное : ИЦ ВГМХА, 2013.

4. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в Вологодской области. Вологда, 2014. 18 с.

5. Панкратов В. Сохранение биологического разнообразия в процессе лесозаготовок // Устойчивое лесопользование. 2006. № 12 (4). С.36–37.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах». URL: <https://publikation.pravo.gov.ru> (дата обращения: 17.03.2023).



Научная статья  
УДК 630\*2:004 (470.57)

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЛИПНЯКОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН (ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТОТЕКА)

Айгуль Айдаровна Габитова<sup>1</sup>, Рида Разябовна Султанова<sup>2</sup>,  
Мария Викторовна Мартынова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>1</sup> abigabi@yandex.ru

<sup>2</sup> vestnibsau@mail.ru

<sup>3</sup> maaarusssia@mail.ru

**Аннотация.** В регионе созданы оптимальные условия для многофункционального использования лесных медоносных ресурсов и вовлечения инвестиций в развитие промышленного пчеловодства. Для сохранения и поддержания защитных экологических функций лесов, произрастающих на таких участках, с определением в них необходимого режима хозяйствования и лесопользования ОЗУ могут быть выделены в защитных, эксплуатационных и резервных лесах.

**Ключевые слова:** липняки, медопродуктивность, информационная картотека

Scientific article

## CREATION OF AN ELECTRONIC DATABASE OF LINDEN TREE STANDS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN (INFORMATION CARD FILE)

Aigul A. Gabitova<sup>1</sup>, Rida R. Sultanova<sup>2</sup>, Mariya V. Martynova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>1</sup> abigabi@yandex.ru

<sup>2</sup> vestnibsau@mail.ru

<sup>3</sup> maaarusssia@mail.ru

**Abstract.** The optimal conditions for the multifunctional use of forest honey resources and the involvement of investments in the development of industrial beekeeping are created in the region. In order to preserve and maintain the protective, ecological functions of forests growing in such areas, with the determination of the necessary management and forest management regime in them, forests can be allocated in protective, operational and reserve forests in the SPA.

**Keywords:** linden forests, honey productivity, information file

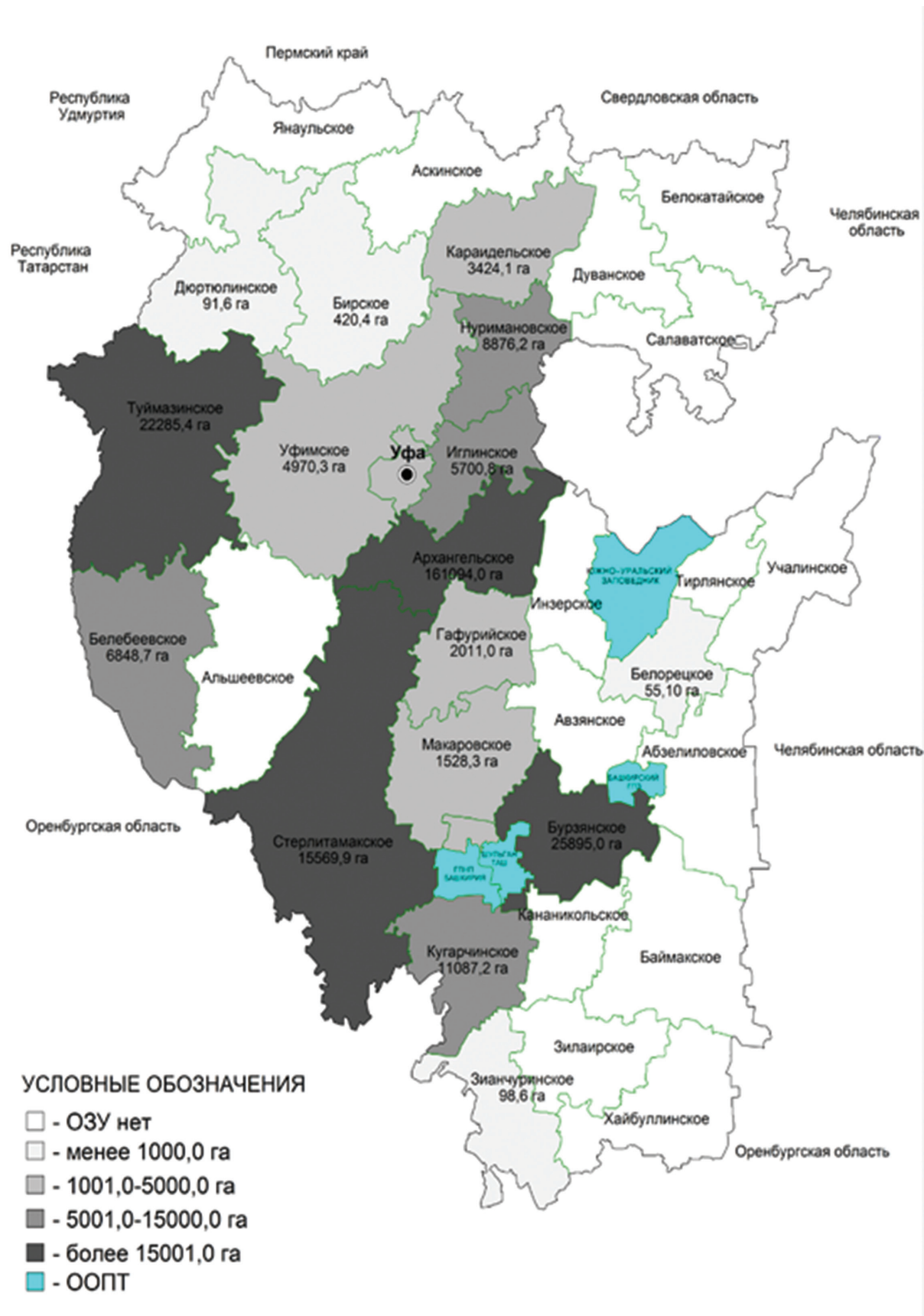
В настоящее время потенциал республики в развитии отрасли пчеловодства остается высоким. Башкортостан способен обеспечивать ценнейшими продуктами пчеловодства как отечественные, так и зарубежные рынки. Ключевыми факторами привлекательности лесных медоносов республики являются:

- устойчивый рост как внешнего, так и внутреннего спроса на продукцию пчеловодства;
- наличие в достаточных объемах лесных медоносов и приемлемые цены на их использование;
- свободный доступ к лесным ресурсам в соответствии с положениями государственной лесной политики;
- всесторонняя государственная поддержка и постоянное внимание руководства республики к пчеловодству как одной из важнейших отраслей сельского хозяйства;
- реализация новых инвестпроектов и льготы бизнесу при поддержке Правительства Российской Федерации и Республики Башкортостан.

В этой связи в регионе созданы оптимальные условия для многофункционального использования лесных медоносных ресурсов и вовлечения инвестиций в развитие промышленного пчеловодства. Для сохранения и поддержания защитных экологических функций лесов, произрастающих на таких участках, с определением в них необходимого режима хозяйствования и лесопользования в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии России № 122 от 29.03.2018 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции» проектируются особо защитные участки (ОЗУ).

Они могут быть выделены в защитных, эксплуатационных и резервных лесах. Медоносные участки лесов выделяются как особо защитные участки в насаждениях липы с преобладанием приспевающих, спелых и перестойных древостоев, прилегающих к 3-километровой зоне вокруг пчеловодческих пасек (рисунок).

Отсутствие выделенных ОЗУ – медоносных участков лесов – вокруг стационарных пасек является одной из причин вырубki липняков. При выделении таких участков их правовой статус защищает липняки от вырубki, что позволяет способствовать их сохранению. Лишь около 150 видов медоносов из всего их многообразия имеют практическое значение, а для главного сбора меда в различных природных зонах решают всего несколько десятков.



Распределение ОЗУ лесов – медоносных участков лесов по лесничествам республики, га

Изменчивость условий определяет распространение нектароносных видов в районах. Д. П. Шакировым (1992), В. Н. Власовым (1983, 1996) выполнена характеристика по типу медосбора: липовый медосбор (Архангельский, Благовещенский, Гафурийский, Иглинский, Нуримановский, Татышлинский); гречишно-подсолнечный тип медосбора (Бижбулякский, Альшеевский, Буздякский, Давлекановский, Миякинский, Кумертаусский, Кушнаренокский, Стерлитамакский, Стерлибашевский, Федоровский, Чишминский); нетипичный тип (Балтачевский, Баймакский, Белорецкий, Дюртюлинский, Илишевский, Ишимбайский, Салаватский, Учалинский, Хайбуллинский, Кармаскалинский, Шаранский); липово-гречишный (Аургазинский, Абзелиловский, Белебеевский, Бураевский, Зилаирский, Кугарчинский, Ермакеевский и др.).

Развитие пчеловодства зависит от изученности кормовой базы. Видовая, качественная, количественная и территориальная представленность лесных медоносов являются решающим фактором при выборе мест для пасеки.

Наличие данных, характеризующих лесные медоносные ресурсы, позволяет решать следующие задачи:

- определить потенциальную медопродуктивность лесов;
- подобрать наиболее подходящее место для размещения пасек;
- обосновать целесообразное количество пчелиных семей;
- установить сроки наступления разных взятков и их продолжительность;
- разработать систему мероприятий оптимизации ведения лесного хозяйства в нектарных насаждениях.

С учетом вышесказанного нами составлена информационная картотека нектарных липняков Республики Башкортостан (таблица).

Медопродуктивность насаждений с участием липы мелколистной определена с учетом полноты древостоя, возраста, долевого участия липы в составе насаждения, среднего количества цветков на одном дереве липы, среднего количества нектара на 1 га липы, средней продолжительности цветения липы по формуле

$$M = H (L / 10) ЦР,$$

где  $M$  – медопродуктивность липы на участке;

$L$  – коэффициент липы в составе насаждения;

$H$  – количество нектара на 1 га;

$Ц$  – продолжительность цветения липы;

$P$  – площадь участка, га.

Например, в насаждении составом 8ЛПН2Б+ОС, при полноте 0,8, произрастающем на площади 10 га, с учетом динамики усредненных показателей медопродуктивности по Мурахтанову (1977), при средней продолжительности цветения липы 12 дней медопродуктивность составила:

$$M = 69,04 (8/10) \cdot 12 \cdot 10 = 6627,8 \text{ кг.}$$

Информационная картотека (фрагмент) – ОЗУ – Медоносные участки лесов,  
Иглинское лесничество, Улу-Телякское участковое лесничество

Местоположение лесного участка	Площадь, га		Таксационная характеристика насаждения								Кoeffициент липы в составе насаждения	Среднее количество цветков на 1 дереве липы, тыс. шт.	Среднее количество нектара на 1 га липы, кг	Средняя продолжительность цветения липы, дней	Потенциальная медопродуктивность липы, кг
	№ кв.	№ выд.	Состав	Возраст, лет	Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Тип леса	Подлесок	Подрост					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
162	1	48,00	5ЛПН1ЛП2В1ДН1КЛ	80	3	0,6	210	СН	ЧР ред-кий	6В2КЛ2ЛП (12) 3,0 м, 1,5 тыс.шт./га, благонадежный	6	39,8	67,25	12	23242
162	2	49,10	5ЛПН2ЛП1В1ДН1КЛ	75	3	0,6	210	СН	ЧР ред-кий	6В2КЛ2ЛП (12) 3,0 м, 1,5 тыс.шт./га, благонадежный	7	37,2	66,2	12	27304
162	3	27,90	5ЛПН2ЛП1Б1В1ДН	75	3	0,6	230	СН	ЧР ред-кий	5ЛП3В2КЛ (12) 3,0 м, 2,0 тыс.шт./га, благонадежный	7	37,2	66,2	12	15515
180	6	8,00	6ЛПН2Б1В1ДН	60	3	0,7	270	СН	ЧР ред-кий	–	6	28	60,65	12	3493,4
180	8	2,20	4ЛПН3Б2В1ДН+ОС	60	3	0,7	270	СН	ЧР ред-кий	–	4	28	60,65	12	640,46

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
180	10	10,20	8ЛПН1В1Б+ДН	75	3	0,6	230	СН	ЧР ред-кий	-	8	37,2	66,2	12	6482,3
180	11	3,90	8ЛПН1В1ИЛ	65	3	0,6	210	СН	ЧР ред-кий	-	8	31,3	62,7	12	2347,5
180	12	0,30	5ЛПН2Б2ОЛС1В	75	3	0,6	190	СН	ЧР ред-кий	-	5	37,2	66,2	12	119,16
180	14	3,10	8ЛПН1В1ИЛ+ОС+ДН	65	3	0,7	250	СН	ЧР ред-кий	-	8	31,3	62,7	12	1866
294	8	1,20	5ЛПН3В1ОС1КЛ	35	3	0,7	130	Ш	ЧР ред-кий	-	5	11,65	35,11	12	252,79
294	10	5,40	5ЛПН2ОС2ИЛ1В	35	3	0,7	130	Ш	ЧР ред-кий	-	5	11,65	35,11	12	1137,6
295	2	13,60	3ЛПН2ЛП2ОС2В1ДН	90	3	0,6	260	Ш	ЧР Р средний	-	5	43,9	65,96	12	5382,3
295	5	6,10	5ЛПН3ОС1Б1ИЛ	40	2	0,8	210	СН	ЧР средний	-	5	13,1	43,35	12	1586,6

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
295	9	5,10	5ЛПН2ЛП2Б1ОС+В	100	3	0,6	260	СН	ЧР Р сред- ний	8ЛП2В (20) 3,0 м, 4,0 тыс. шт./га, благонадежный	7	45,1	60,65	12	2598,2
295	10	0,70	8ЛПН2В	10	3	0,7	20	СН		-	8	0	0	12	0
296	5	5,60	6ЛПН3Б1ОС+В	85	3	0,8	380	Ш	ЧР ред- кий	6ЛП4В (10) 3,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	36,6	68,16	12	2748,2
296	7	7,30	6ЛПН2ЛП2Б+ОС	95	3	0,8	350	Ш	ЧР ред- кий	6В4ЛП (20) 5,0 м, 3,5 тыс. шт./га, благонадежный	8	38,9	64,7	12	4534,2
296	8	2,00	6ЛПН2ОС2В+ИЛ	35	3	0,7	130	Ш		-	6	11,65	35,11	12	505,58
296	9	6,10	4ЛПН3ЛП3Б+ОС+В	100	3	0,7	330	Ш	ЧР ред- кий	8ИЛ2ЛП (15) 5,0 м, 3,0 тыс. шт./га, благонадежный	7	45,1	60,65	12	3107,7
296	12	11,30	6ЛПН2ОС2В+ЛП	35	3	0,7	130	Ш	ЧР сред- ний	-	6	11,65	35,11	12	2856,5
296	14	2,90	6ЛПН2ОС2Б+В	40	3	0,7	150	Ш	ЧР ред- кий	-	6	15	42,49	12	887,19

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
296	15	10,00	8ЛПН2Б+ОС	80	2	0,8	380	Ш	ЧР ред-кий	6ЛП4В (20) 5,0 м, 4,0 тыс. шт./га, благонадежный	8	34,9	69,04	12	6627,8
297	28	1,40	6ЛПН2Б2ОС+В	100	3	0,5	210	СН	ЧР Р ред-кий	6ЛП2ИЛ2КЛ (15) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	60,2	50,57	12	509,75
297	29	3,10	6ЛПН3Б1ОС+В	90	3	0,6	250	СН	ЧР ред-кий	6ЛП2ИЛ2КЛ (20) 2,0 м, 3,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	43,9	65,96	12	1472,2
297	31	6,40	5ЛПН5Б+ОС+В	90	3	0,6	260	СН	ЧР Р ред-кий	5ЛП3ИЛ2КЛ (20) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	5	43,9	65,96	12	2532,9
297	34	0,60	5ЛПН3Б2ИВ	30	3	0,6	100	СН	ИВК ЧР средний	-	5	8,3	27,73	12	99,828
297	43	1,90	6ЛПН3Б1ОС+В	100	3	0,5	220	СН	ЧР средний	6ЛП2КЛ2ИЛ (30) 3,0 м, 3,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	60,2	50,57	12	691,8
297	2	1,90	5ЛПН1ЛП3Б1ОС	100	3	0,5	220	СН	ЧР средний	5ЛП4ИЛ1КЛ (25) 2,5 м, 3,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	60,2	50,57	12	691,8
297	4	16,00	5ЛПН2Б2ОС1В	85	3	0,6	250	СН	ЧР Р средний	6ЛП3ИЛ1В (20) 2,0 м, 3,0 тыс. шт./га, благонадежный	5	41,85	66,6	12	6393,6



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
297	6	4,60	6ЛПНЗВ1Б+ОС	25	3	0,7	80	СН	ЧР Р сред- ний	-	6	5	16,98	12	562,38
297	15	5,40	7ЛПН2Б1ОС+ДН+В	90	3	0,6	250	СН		-	7	43,9	65,96	12	2991,9
297	18	1,80	5ЛПН5Б+ОС+В	90	3	0,6	260	СН	ЧР ред- кий	6ЛП4КЛ (10) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	5	43,9	65,96	12	712,37
297	24	2,40	5ЛПН2ЛП2Б1ОС+В	90	3	0,5	190	СН	ЧР сред- ний	6ЛПЗКЛ1ИЛ (20) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	7	58,2	54,5	12	1098,7
297	45	3,00	6ЛПН2Б2ОС+В	90	3	0,5	220	СН	ЧР ред- кий	4ЛПЗКЛЗИЛ (20) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный	6	58,2	54,5	12	1177,2

В лесных насаждениях, где липа преобладает в составе, целесообразно вести хозяйство только на липу, создавать надлежащие условия для ее роста и использования ее нектарных качеств для пчеловодства. Сопоставление рассчитанной потенциальной медопродуктивности с соответствующей потребностью пасеки в нектаре за период цветения липы позволяет сделать заключение о целесообразном количестве пчелиных семей на территории.

### *Список источников*

1. Курбанов Э. А. Два десятилетия исследований растительного покрова по MODIS // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: сборник научных статей. Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. № 2. С. 123–132.

2. Распознавание лесных насаждений и доминирующих древесных пород Пензенской области по данным спутника Sentinel-2 / Э. А. Курбанов [и др.]. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. № 5. С. 154–166.

3. Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. 2009. № 3. С. 28–32.

4. Yasmin N. Dynamical assessment of vegetation trends over Margalla hills national park by using MODIS vegetation indices/ N. Yasmin, M. Fahim Kho-khar, S. Tanveer, Z. Saqib, W. Razzaq Khan// Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 2016. Vol. 53 (4). Pp. 777–786.

## ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДРОСТОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ СОСНЯКОВ ИЛЬМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

Альбина Равильевна Киршбаум<sup>1</sup>, Андрей Евгеньевич Морозов<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> albina.kirshbaum@gmail.com

<sup>2</sup> MorozovAE@m.usfeu.ru

**Аннотация:** В статье приводятся результаты анализа процессов естественного лесовосстановления под пологом сосновых насаждений на территории Ильменского государственного заповедника. Знание особенностей формирования подроста исследуемых насаждений позволит научно обоснованно планировать мероприятия по воспроизводству лесов и поддержанию биологического разнообразия в условиях особо охраняемой природной территории.

**Ключевые слова:** государственный природный заповедник, естественное лесовосстановление, сосновые насаждения, подрост предварительной генерации

Scientific article

## PROVISION WITH PREGENERATION UNDERGROWTH OF ILMEN PINE FORESTS STATE NATURE RESERVE

Albina R. Kirshbaum<sup>1</sup>, Andrey E. Morozov<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> albina.kirshbaum@gmail.com

<sup>2</sup> MorozovAE@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of the processes of natural reforestation under the canopy of pine plantations on the territory of the Ilmen State Reserve. Knowledge of the peculiarities of the formation of the undergrowth of the studied plantings will allow scientifically justified planning of measures for the reproduction of forests and the maintenance of biological diversity in a specially protected natural area.

**Keywords:** state nature reserve, natural reforestation, pine plantations, pre-generation undergrowth

Федеральным законом № 33-ФЗ от 14.03.1995 г. «Об особо охраняемых природных территориях» на территории государственных природных заповедников допускаются мероприятия и деятельность, направленные на сохранение в естественном состоянии природных комплексов с возможным выделением участков, на которых исключается всякое вмешательство человека в данные комплексы [1]. В связи с этим, изучение процессов естественного лесовосстановления является актуальной задачей в отношении заповедных территорий.

Несмотря на то что изучению процессов естественного лесовосстановления посвящено достаточно много работ [2–8], сведения о подобных исследованиях на территории Ильменского заповедника в современный период в литературных источниках представлены ограниченно. Подобное обстоятельство делает наши исследования актуальными.

Ильменский государственный заповедник имени В. И. Ленина (далее – ИГЗ) является одним из первых и старейших учреждений заповедного дела в России.

Общая площадь заповедной территории составляет 33 700 га. Большая часть территории ИГЗ относится к Южно-Уральскому лесостепному району лесостепной зоны [9].

Анализ данных о распределении земель, покрытых лесной растительностью, по преобладающим древесным породам на территории ИГЗ, позволяет заключить, что на долю хвойных пород приходится более половины площади заповедника – 54 %, в то время как мягколиственные породы занимают 46 % от общей площади (рис. 1).

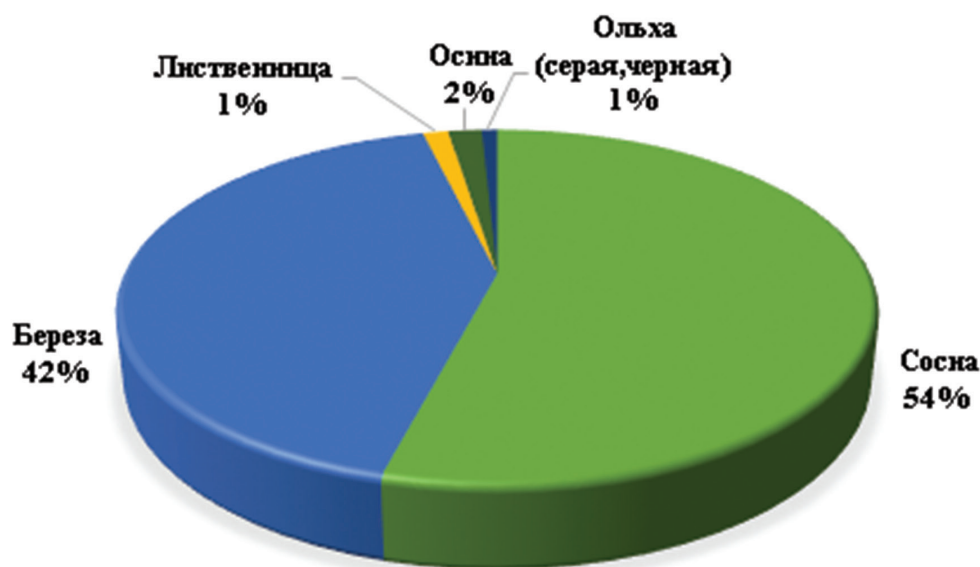


Рис. 1. Распределение покрытых лесной растительностью земель по преобладающим породам на территории ИГЗ

Анализ обеспеченности подростом предварительной генерации проводился в чистых и смешанных сосновых насаждениях травяной группы типов леса в связи с их наибольшей репрезентативностью и экологической ценностью. Данная группа типов леса в районе исследования представлена преимущественно разнотравными, разнотравно-злаковыми, разнотравно-орляковыми, широколиственными, осоково-крупнотравными типами леса.

В процессе исследования, основанного на анализе материалов лесоустройства и Государственного лесного реестра, все лесотаксационные выделы группировались в зависимости от преобладающей высотной группы подроста на участки с мелким, средним и крупным подростом. Средняя численность подроста под пологом чистых сосняков в зависимости от высотной группы представлена в табл. 1. На основе данных можно заключить, что под пологом чистых сосняков на территории ИГЗ наибольшую численность имеет крупный подрост. Помимо этого установлено, что с увеличением категории крупности подроста наблюдается увеличение его средней густоты. Так, средняя густота мелкого подроста составляет 554, среднего – 776, а крупного – 1822 шт./га. Точность опыта во всех случаях не превышает 10 %.

*Таблица 1*

Средняя численность подроста под пологом чистых сосняков

Высотная группа	Средняя численность, шт./га	В пересчете на крупный, шт./га
Мелкий (менее 0,5 м)	554 ± 39	277 ± 19
Средний (0,6–1,5 м)	776 ± 78	621 ± 62
Крупный (1,6 и более м)	1822 ± 91	1822 ± 91

Распределение лесных участков с наличием подроста под пологом чистых сосняков по породному составу (рис. 2) свидетельствует, что под пологом чистых сосняков наибольшую долю занимают участки с подростом сосны, на долю которых приходится 86 %, на долю участков с преобладанием березы приходится 12 %. Насаждения с преобладанием под пологом леса, смешанного по составу, лиственничного подроста представлены незначительно (на их долю приходится не более 1 %).

Как следует из табл. 2, под пологом смешанных сосновых насаждений наибольшая численность (1808 шт./га) наблюдается на лесных участках с преобладанием крупного подроста. Соответственно средняя численность мелкого подроста составляет 1571, среднего – 1162 шт./га.



Рис. 2. Распределение участков с наличием подроста по породному составу под пологом чистых сосняков

Таблица 2

Средняя численность подроста под пологом смешанных сосняков

Высотная группа	Средняя численность, шт./га	В пересчете на крупный, шт./га
Мелкий (менее 0,5 м)	1571 ± 157	786 ± 79
Средний (0,6–1,5 м)	1162 ± 81	930 ± 65
Крупный (1,6 и более м)	1808 ± 90	1808 ± 90

В смешанных сосновых насаждениях (рис. 3) наибольшая доля также представлена участками с подростом сосны – 86 %.



Рис. 3. Распределение участков с наличием подроста по породному составу под пологом смешанных сосняков

На долю участков с преобладанием подроста березы приходится 8 %, на долю участков со смешанным составом подроста приходится 5 %, на долю участков с лиственничным подростом – 1 %.

Средняя численность мелкого и среднего подроста под пологом смешанных сосновых насаждений существенно выше, чем под пологом чистых сосняков. Данное обстоятельство, вероятно, объясняется лучшими условиями освещенности под пологом смешанных хвойно-лиственных насаждений по сравнению с чистыми.

Дальнейшее исследование особенностей роста и формирования подроста предварительной генерации под пологом лесных насаждений Ильменского государственного заповедника позволит выявить тенденции естественного лесовосстановления в условиях особо охраняемой природной территории.

### *Список источников*

1. Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» // Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_6072/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/) (дата обращения: 05.08.2023).

2. Динамика естественного лесовосстановления на нарушенных в процессе нефтегазодобычи землях на территории Нефтеюганского района ХМАО-Югры / А. Е. Морозов, С. В. Залесов, Р. В. Морозова, Е. П. Платонов // Леса Урала и хозяйство в них. 2011. Вып. 3 (40). Екатеринбург, 2011. С. 3–17.

3. Стародубцева Н. И., Морозов А. Е. Особенности естественного лесовосстановления в условиях памятника природы «Джабык-Карагайский бор» // Использование и охрана природных ресурсов в России. М., 2019. № 4 (160). С. 33–38.

4. Морозов А. Е., Батулин С. В. Эффективность лесовосстановления на сплошных вырубках после применения комплексов многооперационных лесозаготовительных машин в условиях Бисертского лесничества Пермского края // Леса России и хозяйство в них. № 2 (73). 2020. С. 50–57.

5. Древесная растительность на вырубках в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе / К. А. Башегуров, С. В. Залесов, К. В. Мельникова [и др.] // Международный научно-исследовательский лесной журнал. № 6 (108). 2021. Часть 3. С. 63–67.

6. Естественное лесовозобновление на сейсморазведочных профилях в условиях Западно-Сибирского северотаежного равнинного лесного района / А. Е. Морозов, Р. А. Осипенко, К. А. Башегуров, С. В. Залесов // Вестник Бурятской сельскохозяйственной академии. № 2 (63). 2021. С. 99–106.

7. Накопление подроста сосны обыкновенной на вырубках в подзоне северной тайги / К. А. Башегуров, С. В. Залесов, А. Е. Морозов, А. С. Попов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 2 (116). Часть 1. Февраль. С. 123–127.

8. Морозов А. Е., Южаков В. А. Эффективность различных способов лесовосстановления на сплошных вырубках Нижне-Тагильского лесничества // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1 (80). С. 15–25.

9. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». М., 2014. 31 с.



Научная статья  
УДК 630\*2

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВОЗРАСТА МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ И ТИПА ЛЕСА НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мария Алексеевна Елисеева<sup>1</sup>, Наталия Валерьевна Беляева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> eliseeva\_m.a@mail.ru

<sup>2</sup> galbel06@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена зависимость показателей естественного возобновления хвойных пород от возрастной структуры сосновых материнских древостоев и от типа леса. Полученные результаты исследований позволяют установить существующие в лесной экосистеме закономерности развития молодого поколения деревьев под пологом насаждений.

**Ключевые слова:** естественное возобновление, классы возраста, подрост, тип леса

Scientific article

## ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MOTHER STAND AGE AND FOREST TYPE ON NATURAL RENEWAL OF CONIFEROUS SPECIES IN PINE STANDS OF GATCHINSKOYE FORESTRY OF THE LENINGRAD REGION

Maria A. Eliseeva<sup>1</sup>, Nataliia V. Beliaeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Saint Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirova, Saint Petersburg, Russia

<sup>1</sup> eliseeva\_m.a@mail.ru

<sup>2</sup> galbel06@mail.ru

**Abstract.** This article will consider the dependence of the indicators of natural renewal of conifers on the age structure of pine parent stands and on the type of forest. The obtained results of the research will make it possible to establish the patterns of development of the young generation of trees existing in the forest ecosystem under the canopy of plantations.

**Keywords:** natural renewal, age classes, undergrowth, forest type

Перспективы развития лесного хозяйства и успешного функционирования его отраслей во многом зависят от результатов исследований лесных

сообществ. В частности, значительную роль играет изучение особенностей формирования нового поколения древесных пород под пологом материнских насаждений. Данная направленность научных интересов позволяет определять более подходящие методы и способы осуществления лесохозяйственной деятельности, не противоречащей основным принципам лесоводства и обеспечивающей постоянство и устойчивость лесопользования.

Основные таксационные характеристики материнского древостоя могут оказывать существенное воздействие на успешность появления и дальнейшего развития подростка хвойных пород, таких как сосна и ель. Далее нами будет рассмотрено влияние комплекса двух показателей взрослых сосновых насаждений на естественное возобновление под пологом. Этими показателями являются возраст и тип леса материнского древостоя.

Цель данной работы – выявление особенностей формирования естественного возобновления хвойных пород в зависимости от возраста материнского древостоя и типов леса, а также определение условий, в которых появление нового поколения леса происходит успешнее и эффективнее.

Для решения поставленной цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

1) изучить влияние возраста сосновых древостоев и типа леса на численность подростка хвойных пород (сосна, ель) под пологом;

2) выявить закономерности формирования подростка хвойных пород в зависимости от возрастной структуры сосновых древостоев и типов леса.

Исследования проводились в чистых и смешанных сосняках на 794 пробных площадях, заложенных на территории пяти участковых лесничеств Гатчинского лесничества Ленинградской области. Относительная полнота на отобранных участках древостоев составляла от 0,3 до 1,0. Во внимание принимался подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* L.).

Для подростка требовалось определить среднюю численность экземпляров на 1 га. Для этого производился его учет по выборочно-статистическому методу [1]. При этом производилась закладка круговых учетных площадок, площадь каждой составляла 10 м<sup>2</sup>. Центр каждой площадки удален от другой на расстояние 1,785 м, что обеспечивает непосредственное примыкание учетных площадок. Далее применялись методы математической статистики для расчета средних показателей.

Для материнских древостоев было выполнено распределение по классам возраста. На объектах исследования возраст материнских сосновых древостоев колеблется в пределах от 2-го до 11-го класса возраста. Перестойные древостои в возрасте старше 161 года встречаются в небольшом количестве (менее, чем на 30 пробных площадях).

Средняя численность хвойного подроста в древостоях каждой группы классов возраста представлена в таблице ниже.

Средняя численность подроста в материнских сосновых древостоях с разной возрастной структурой

Класс возраста	Тип леса	Средняя численность подроста, тыс. экз./га
2-й (21–40 лет)	Сосняк долгомошный	1,9 ± 0,20
3-й (41–60 лет)	Сосняк долгомошный	2,0 ± 0,13
4-й (61–80 лет)	Сосняк кисличный	2,2 ± 0,09
5-й (81–100 лет)	Сосняк кисличный	2,2 ± 0,10
6-й (101–120 лет)	Сосняк кисличный	2,2 ± 0,15
7-й (121–140 лет)	Сосняк кисличный	2,2 ± 0,12
8-й (141–160 лет)	Сосняк черничный	2,5 ± 0,34
9–11-й (≥ 161 года)	Сосняк черничный	2,5 ± 0,37

Анализ данных таблицы показывает, что активное появление подроста сосны и ели под пологом соснового материнского древостоя началось примерно в 35–40 лет, когда сосна вступила в возраст возмужалости и начинается активное плодоношение. В это время значения численности молодого поколения древесных пород колеблются от 1,9 до 2,0 тыс. экз./га.

В сосновых древостоях, начиная с 4-го класса возраста по 7-й, наблюдаются одинаковые значения средней численности подроста, равные 2,2 тыс. экз./га. Такие показатели можно объяснить достаточно однородными условиями, существующими под пологом на данных этапах жизни леса. Также данное значение, согласно принятым показателям (2–3 тыс. экз./га), можно считать достаточным для обеспечения успешного возобновления [2].

Увеличение значений количества естественного возобновления под пологом до 2,5 тыс. экз./га в материнских древостоях сосны старше 140 лет может быть связано с естественным старением древостоя, отпадом, появлением окон, в которых, в свою очередь, происходит активное появление подроста ели и сосны [3, 4].

Далее, по данным распределения древостоев по классам возраста, отмечается, что во всех группах классов возраста наиболее представленным типом леса является сосняк черничный. Кроме того, под пологом сосновых древостоев отмечается значительное преобладание елового подроста над сосновым.

Наибольшая численность подроста сосны и ели отмечена в черничном, типе леса. Она составила 2,5 тыс. экз./га, что, согласно принятым данным [2], может обеспечивать успешное возобновление (в указанном

источнике численность подроста, достаточная для эффективного возобновления, составляет 2–3 тыс. экз./га). В черничном типе леса условия в большей степени способствуют появлению благонадежного подроста ценных пород, благодаря сочетанию таких факторов, как подходящие условия увлажнения, богатые почвы, отсутствие слишком мощного слоя лесной подстилки.

В сосняках кисличных и долгомошных средняя численность молодого поколения ценных пород также удовлетворяет условиям для успешного возобновления и составляет в кисличниках – 2,2 тыс. экз./га и в долгомошниках – 2,0 тыс. экз./га. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в кисличном типе леса, несмотря на наличие богатых почв, прорастание семян ценных пород и дальнейшее развитие всходов затрудняется задернованным слоем почвы. Высока конкуренция за почвенно-грунтовые условия, условия увлажнения, минерального питания и свет с травяно-кустарниковым ярусом.

Таким образом, в сосновых древостоях черничного типа леса с возрастом материнского древостоя в пределах 4–7 класса возраста естественное возобновление хвойных пород происходит наиболее успешно, причем отмечается практически абсолютное преобладание елового подроста. Это связано с благоприятными почвенно-грунтовыми условиями, условиями увлажнения, состоянием подстилки и верхнего горизонта почвы в вышеуказанном типе леса. Кроме того, лесная обстановка в целом при данной возрастной структуре материнских древостоев сосны способствует формированию нового поколения хвойных пород.

### *Список источников*

1. Беяева Н. В., Грязькин А. В., Калинин П. М. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Саратов : Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, 2012. № 8. С.7–12.

2. Мартынов А. Н. Рекомендации по комплексной оценке естественного лесовозобновления. СПб. : СПбНИИЛХ, 1996. 18 с.

3. Матвеева А. С., Беяева Н. В., Данилов Д. А. Структура подроста ели разных фенологических форм по высоте в зависимости от состава и строения древостоев в разных типах леса // Лесотехнический журнал. Воронеж : ВГЛТА, 2017. № 3. С. 115–129.

4. Беяева Н. В. Зональные особенности возобновления ели в условиях Ленинградской области // Научное обозрение. М. ; Саратов : Издательский дом «Наука образования», 2012. № 5. С. 97–106.

## ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В КЕДРОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ИВДЕЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Валерьян Николаевич Луганский<sup>1</sup>, Ирина Александровна Иматова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Государственное казенное учреждение Свердловской области  
«Дирекция лесных парков», Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> luganskiyvn@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> i.matova@list.ru

**Аннотация.** В работе приведены результаты исследования санитарного состояния потенциальных кедровых насаждений и предварительного возобновления в них. Сформулированы конкретные выводы и обоснованы практические рекомендации по ведению лесного хозяйства в кедровых насаждениях Ивдельского лесничества.

**Ключевые слова:** пробные площади, кедр, насаждение, тип леса, древостой, санитарное состояние, учетные площадки, предварительное возобновление, всходы, подрост

Scientific article

## THE ASSESSMENT OF THE SANITARY CONDITION OF STANDS AND PRELIMINARY RENEWAL IN CEDAR PLANTATIONS OF THE IVDEL FORESTRY

Valeriy N. Luganskiy<sup>1</sup>, Irina A. Imatova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> State state Institution of the Sverdlovsk region “Directorate of Forest Parks”,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> luganskiyvn@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> i.matova@list.ru

**Abstract.** The paper presents the results of a study of the sanitary condition of potential cedar plantations and preliminary renewal in them. Concrete conclusions are formulated and practical recommendations are substantiated for forest management in the cedar plantations of the Ivdel forestry.

**Keywords:** trial areas, cedar, planting, type of forest, stand, sanitary condition, registration sites, preliminary renewal, seedlings, undergrowth

Потенциальные кедровники являются одними из наиболее ценных природных объектов на территории лесного фонда Российской Федерации. Такие насаждения требуют бережного отношения, что определяет необходимость их системного лесоэкологического мониторинга, разработки и внедрения обоснованных комплексов лесохозяйственных мероприятий в них.

**Актуальность** заявленных исследований обусловлена высокой хозяйственной ценностью насаждений кедра, их огромным экологическим значением для региона, а также значимостью выполняемых социальных, экологических и средообразующих функций. В качестве приоритетной задачи ведения лесного хозяйства в таких насаждениях выступает их сохранение как особо ценных природных объектов, улучшение состояния, обеспечение демулационной устойчивости и сохранение выполняемых ими функций.

**Новизна исследований** обусловлена отсутствием данных по санитарному состоянию кедровых древостоев и предварительному возобновлению под их пологом в Ивдельском лесничестве.

**Практическая значимость** определяется получением актуализированных таксационных материалов по кедровым насаждениям и подготовкой рекомендаций по ведению лесного хозяйства на площадях, занятых потенциальными кедровниками.

**Цель, задачи, методика и объекты исследования.** Основной целью исследований явилось проведение комплексной санитарной оценки кедровых древостоев и оценка лесовосстановительной активности под их пологом. В задачи исследования входил подбор мест закладки пробных площадей (ПП), проведение таксации древостоев, определение санитарного состояния деревьев кедра и учет предварительного возобновления под пологом кедровых древостоев.

Исследования проводились в Талымском и Пелымском участковых лесничествах ГКУ СО «Ивдельское лесничество», в которых было заложено десять пробных площадей, общей площадью 2,5 га (ОСТ 56–69–83) [1]. Всего на ПП изучено 2132 деревьев, из которых 1126 деревьев кедра. Оценка санитарного состояния выполнялась в соответствии с Правилами санитарной безопасности [2], изучение возобновления проводилось методом закладки учетных площадок, количество которых составляло от 15 до 20 шт. на каждой ПП [3, 4]. Оценка успешности предварительного возобновления выполнена в соответствии с Правилами лесовосстановления (2020) [5, 6].

Леса Ивдельского лесничества отнесены к Северо-Уральскому таежному району таежной лесорастительной зоны (Колесников и др., 1973) [7]. Район исследования приурочен к Западно-Сибирской равнинной, лесорастительной области Приобской (Тоболо-Приобской) равнинно-болотной провинции, северо-таежного округа (С–VIII а).

Специфической чертой района является формирование основной части лесов на подзолистых, глеево-подзолистых и торфяно-болотных почвах. Данный факт определяет особенности развития кедровников на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почвах.

Площадь потенциальных кедровников Ивдельского лесничества по данным Государственного лесного реестра – 19,7 тыс. га, что составляет 11,56 % от лесопокрытой площади. Кедровые насаждения приурочены к пяти типам лесорастительных условий: бруснично-багульниково-моховому (85,64 %); хвощово-осоково-сфагновому (5,79 %); пойменному (4,07 %); приручьевому (2,84 %); мшисто-мелкотравному (0,73 %) и зеленомошно-папоротниковому (0,93 %).

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на ПП представлена в табл. 1. Участие кедра в составе составляет 60–70 %, ели – 20–40 %, на березу и сосну приходится менее 10 %. Древостои отнесены к 7 классу возраста, возраст кедра составляет 250 лет, запас оценивается от 120 до 290 м<sup>3</sup> на га. Древостои произрастают по III–V бонитету, имеют полноту от 0,4 до 0,7. Наименьшая полнота отмечена в насаждениях на ПП 8, 9, 10, наибольшая – на ПП 4.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев  
на пробных площадях

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Средние		Класс возраста	Бонитет	ТЛУ	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			высота, м	диаметр, см					
Участок Талымский									
1	7К3Е + С	250	18	36	7	V	КПР/431	0,6	200
2	7К2Е1Б	250	23	36	7	III	КБРБМ/423	0,6	290
3	6К2Е1С1Б	250	17	32	7	V	КХОСФ/432	0,5	170
4	7К3Е + Б	250	19	36	7	IV	КБРБМ/423	0,7	270
5	7К3Е	250	21	36	7	IV	КБРБМ/423	0,6	250
6	7К3Е	250	21	36	7	IV	КБРБМ/423	0,6	250
7	7К2Е1Б	250	19	32	7	IV	КБРБМ/423	0,6	220
Участок Пелымский									
8	6К3Е1С + Б	250	19	36	7	IV	КПР/424	0,4	140
9	6К4Е + Б + С	250	18	30	7	V	КБРБМ/423	0,4	120
10	7К3Е	250	18	36	7	V	КБРБМ/423	0,4	130

Определение классов санитарного состояния производилось по каждой древесной породе в составе материнского древостоя. Средневзвешенная категория санитарного состояния деревьев каждой породы и насаждения в целом варьировала от 1,57 (ПП 7) до 3,85 (ПП 10). Для кедра данный показатель составлял от 1,73 (ПП 7) до 3,03 (ПП 8). Худшее санитарное состояние кедра отмечено в пойменном типе (ПП 8) с полнотой 0,4, где средний класс составил 3,03. Насаждение в данном случае оценивается как сильно ослабленное. Древостои на остальных ПП являются ослабленными и требуют проведения выборочных санитарных рубок.

Проведенное исследование показало, что под пологом кедровых древостоев имеется хвойный подрост. Данные о количественных и качественных характеристиках подроста приведены в табл. 2.

Таблица 2

Общая характеристика жизнеспособного хвойного подроста на ПП

N ПП	Жизнеспособность, %	Состав	Общее количество, шт. на га	Встречаемость кедр, %	Средние по кедр/ели	
					высота, м	возраст, лет
1	82,5	4К3Е2С1Б	0,63	10	3,0	15
2	92,5	7Е3К+Б+Лц	4,8	55	3,6	12
3	87,5	6К4Е+Б	2,8	50	3,0	15
4	92,5	3К7Е+Лц+Б	4,5	45	4,0	15
5	100,0	10Е+Б	2,7	–	2,8	16
6	97,5	10Е+Б	2,2	–	2,2	15
7	97,5	4К6Е+Б	4,0	45	3,2	15
8	82,5	4К6Е+Б	1,75	15	3,0	15
9	91,5	4К6Е+Б	3,0	35	3,5	13
10	87,5	2К8Е	3,1	10	3,5	13

Количественные показатели хвойного подроста под пологом насаждений сильно разнятся: от 0,63 до 4,8 тыс. шт. на га. Доля кедр в составе подроста также сильно варьирует, составляя от 2 до 10 единиц.

Самая низкая жизнеспособность подроста (82,5 %) зафиксирована на 1-й и 8-й пробных площадях. Самая высокая отмечена на ПП 5 (100 %) и ПП 6 и 7, где она составляет 97,5 %. Жизненное состояние у подроста ели лучше, чем у подроста кедр.

Встречаемость подроста кедр значительно варьирует. Так, на ПП 5 и 6 подрост кедр отсутствует, а предварительное возобновление представлено елью. На ПП 1, 8, и 10 его встречаемость менее 15 %. Наибольшая



встречаемость кедрового подроста (50–55 %) отмечена на ПП 2 и 3. На всех ПП показатель встречаемости менее 60 %, что свидетельствует о неудовлетворительном предварительном возобновлении кедра. Средний возраст подроста кедра на ПП 12–15 лет, высота 3,0–4,0 м.

Распределение жизнеспособного хвойного подроста по категориям крупности представлено в табл. 3. Общее количество жизнеспособного хвойного подроста в пересчете на крупный варьирует от 0,6 до 1,5 тыс. шт. на га, кедр от 0,3 до 0,6 тыс. шт. на га.

Таблица 3

Распределение жизнеспособного хвойного подроста по категориям крупности, шт. на га

№ ПП	Древесная порода	Категории крупности			Итого	В пересчете на крупный	Успешность возобновления
		Мелкий до 0,5 м	Средний 0,51–1,5 м	Крупный более 1,5 м			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	К	40	95	205	340	301	Неудовлетворительное
	Е	30	90	80	200	167	
	С	40	50	60	150	120	
Итого		110	235	345	690	588	
2	К	405	450	585	1440	965	Успешное
	Е	350	1220	1780	3350	2931	
	Лц	10	–	–	10	5	
Итого		875	1905	2020	4800	3901	
3	К	280	690	710	1680	1262	Удовлетворительное
	Е	330	550	240	1120	845	
Итого		610	1240	950	2800	2107	
4	К	135	400	795	1330	1183	Успешное
	Е	155	1810	1185	3150	2856	
	Лц	–	20	–	20	16	
Итого		190	2230	1980	4500	4055	
5	Е	565	930	1205	2700	2232	Удовлетворительное
Итого		565	930	1205	2700	2232	
6	Е	230	770	1200	2200	1891	Неудовлетворительное
Итого		230	770	1200	2200	1891	
7	К	110	910	850	1650	1633	Успешное
	Е	75	1025	1250	2350	2110	
Итого		185	1935	2000	4000	3743	

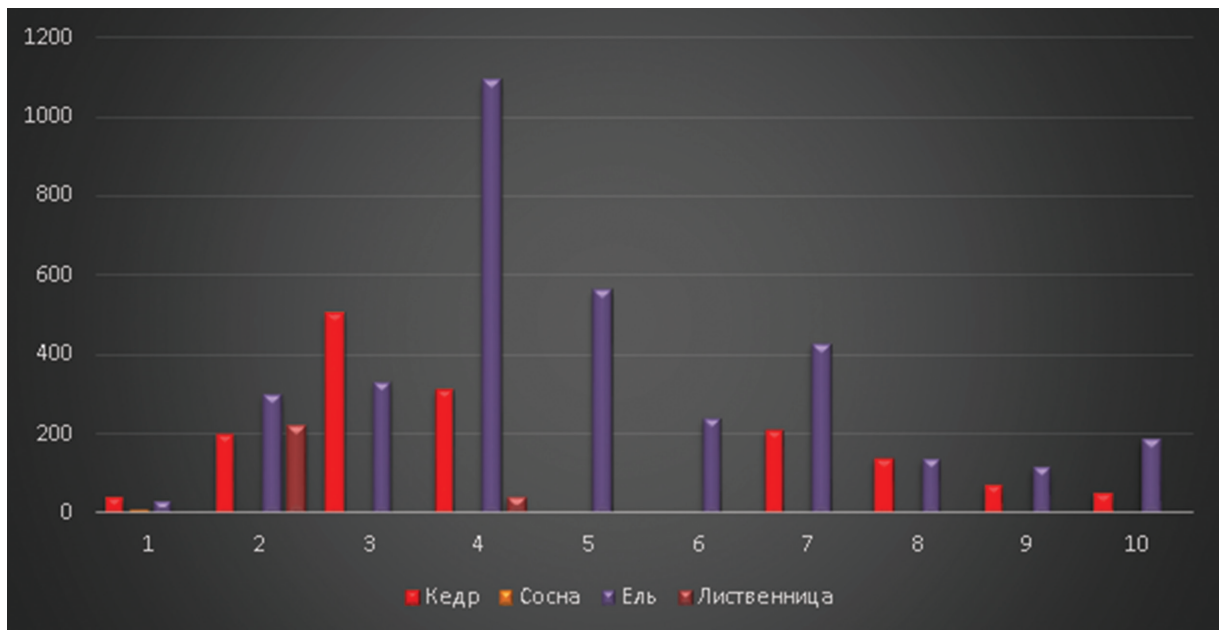
1	2	3	4	5	6	7	8
8	К	100	150	400	650	570	Неудовлетворительное
	Е	285	165	650	1100	925	
Итого		385	315	1050	1750	1495	
9	К	70	225	805	1100	1020	Удовлетворительное
	Е	140	535	1225	1900	1723	
Итого		210	760	2030	3000	2743	
10	К	55	100	395	550	502	Удовлетворительное
	Е	185	755	1610	2550	2307	
Итого		240	855	2005	3100	2809	

Неудовлетворительное предварительное возобновление отмечено на ПП 1 и 8 под пологом кедровников пойменных. Общее количество жизнеспособного хвойного подроста на данных ПП в пересчете на крупный оценивается в 0,6 и 1,5 тыс. шт. на га, кедров 0,3 и 0,6 тыс. шт. на га соответственно. Недостаточное возобновление отмечено и на ПП 6, где подрост представлен елью, количеством до 1,9 тыс. шт. на га. На ПП 5 предварительное возобновление идет удовлетворительно елью (2,2 тыс. шт./га). Состав материнского древостоя (6–7 ед. кедров) не является определяющим для состава подроста.

Данные факты подтверждают тезис вероятности «естественной трансформации» потенциальных кедровников в ельники, что подтверждает необходимость проведения комплекса хозяйственных мероприятий по улучшению санитарного состояния материнских древостоев и лесовосстановительной активности под их пологом.

Не смотря на то, что в соответствии с Правилами лесовосстановления всходы при оценке успешности предварительного возобновления не учитываются, были изучены характеристики всходов под пологом кедровых древостоев. Полученные данные свидетельствуют о значительном варьировании показателей. Распределение всходов древесных пород по породам на пробных площадях приведено на рисунке.

Количество жизнеспособных всходов кедров на всех ПП, кроме 3 и 4, не превышает 200 экз. на га. Наименьшее количество (25 шт./га) отмечено на ПП 1 в типе леса кедровник пойменный при полноте 0,6, а также под пологом низкополнотных насаждений (0,4). Интенсивно накапливаются жизнеспособные всходы ели на ПП 4 и 5, где их количество 550–1100 шт. на га.



Количество всходов по породам на ПП, шт./га

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

- площадь потенциальных кедровников в Ивдельском лесничестве составляет 19,7 тыс. га (11,56 % от покрытой лесом площади). Насаждения характеризуются средней относительной полнотой 0,5–0,6 и IV–V бонитетом;

- изученные кедровые древостои являются ослабленными. Средневзвешенный индекс санитарного состояния насаждений оценивается от 1,57 (ослабленные лесные насаждения) до 3,85 (усыхающие лесные насаждения); по кедру – от 1,73 (ослабленные лесные насаждения) до 3,03 (сильно ослабленные лесные насаждения);

- для улучшения санитарного состояния кедровых древостоев требуется проведение выборочных санитарных рубок низкой интенсивности, не допуская снижения полноты менее 0,5;

- состав материнского древостоя (6–7 ед. кедр) не является определяющим для состава подроста;

- под пологом кедровых древостоев имеется хвойный подрост. Однако неудовлетворительное возобновление хвойными породами отмечено под пологом кедровников пойменных и в бруснично-багульниково-моховом типе леса. На двух ПП кедровый подрост отсутствует, а возобновление представлено елью до 1,9 тыс. шт. на га.;

- количество жизнеспособных всходов кедр незначительно, и не превышает 200 экз. на га. В то же время интенсивно накапливаются жизнеспособные всходы ели в количестве до 1100 шт. на га.;

– установлена вероятность «естественной трансформации» потенциальных кедровников в ельники, что обосновывает необходимость проведения комплекса мероприятий (создания подпологовых культур кедра по искусственно сформированным микроповышениям).

### ***Список источников***

1. ОСТ 56–69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М., 1983. 59 с.

2. Правила санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 09. 12. 2020 г. № 2047. URL: [http:// docs.cntd.ru/document/573053313](http://docs.cntd.ru/document/573053313) (дата обращения: 03.06.2023).

3. Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М. : Наука, 1966. 64 с.

4. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение : учебное пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.

5. Правила лесовосстановления, состав проекта лесовосстановления, порядок разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110> (дата обращения: 03.06.2023).

6. Залесов С. В. Лесоводство : учебник ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 295 с.

7. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: Практическое руководство. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. 177 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ВТОРИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ АРЕНДНОГО УЧАСТКА ООО «КРОНОШПАН» В ТУЙМАЗИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ)

Александр Владиславович Солдатов<sup>1</sup>, Эдуард Федорович Герц<sup>2</sup>,  
Алина Флоритовна Уразова<sup>3</sup>, Дамир Амирович Загидуллин<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> soldatovav@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> zagidullinda@gmail.com

**Аннотация.** Выполнен расчет образования лесосечных отходов, пригодных к использованию, на примере арендного участка ООО «Кроношпан» в Туймазинском лесничестве (Республика Башкортостан). При годовом объеме лесозаготовок в 92,2 тыс. м<sup>3</sup> фактически возможно собрать и переработать 13,2 тыс. м<sup>3</sup> лесосечных отходов.

**Ключевые слова:** лесосечные отходы, вторичные древесные ресурсы, лесозаготовка, отходы

Scientific article

## DETERMINATION OF VOLUMES OF SECONDARY TREE RESOURCES (ON THE EXAMPLE OF A LEASE SITE LLC “KRONOSHPAN” IN TUIMAZINSKY FORESTRY)

Aleksandr V. Soldatov<sup>1</sup>, Eduard F. Gerz<sup>2</sup>, Alina F. Urazova<sup>3</sup>,  
Damir A. Zagidullin<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> soldatovav@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> zagidullinda@gmail.com

**Abstract.** The calculation of the formation of harvesting waste suitable for use, by the example of the leased area of LLC “Kronoshpan” in Tuimazinsky lesnichestvo (Republic of Bashkortostan). With an annual volume of logging of 92,2 thousand m<sup>3</sup> it is actually possible to collect and process 13,2 thousand m<sup>3</sup> of logging waste.

**Keywords:** forestry waste, secondary wood resources, logging, waste

Отходы, образующиеся при заготовке древесины, представляют собой источник повышенной пожарной опасности и дополнительный сырьевой ресурс, роль которого возрастает на современном этапе. Теория и практика лесопромышленного производства предлагают ряд направлений утилизации лесосечных отходов, которые можно классифицировать по степени использования их товарного потенциала. Наиболее распространенными вариантами утилизации остается сбор порубочных остатков с их дальнейшим сжиганием в пожаробезопасный период или оставление на перегнивание, что снижает пожарную опасность, но не создает товарной продукции. Разработка и широкое внедрение в практику энергоустановок на твердом нормируемом топливе стало дополнительным стимулом для сбора лесосечных отходов с целью их дальнейшей переработки или использования в энергетических целях. Топливная щепка, пеллеты и брикеты находят широкое применение как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Использование лесосечных отходов в качестве вторичного сырья позволит не только повысить эффективность лесопромышленного производства, но и сократить площади вырубке в спелых и перестойных насаждениях, решая тем самым ряд экономических, экологических и социальных задач. На удаленных территориях этот энергетический ресурс создает предпосылки для создания элементов сетевой энергетики, обеспечивая энергетическую независимость малых населенных пунктов от поставок энергоносителей.

Современные технологии производства древесных плит (ДСП, в том числе ламинированных и ОСП (OSB)) представляют собой универсальное производство по утилизации отходов традиционных лесоперерабатывающих производств (прежде всего лесопиления), способное при этом вовлечь в переработку и лесосечные отходы. Важной задачей при этом является определение объемов дополнительного древесного сырья.

В данной работе выполнен расчет ресурсов лесосечных отходов на примере арендного участка ООО «Кроношпан» в Туймазинском лесничестве (Республика Башкортостан) [1].

К вторичным древесным ресурсам относятся отходы лесозаготовок – сучья, ветви, вершинки, образующиеся при проведении комплекса лесозаготовительных работ на лесосеке [2].

В общем виде объем, м<sup>3</sup>, любых древесных отходов может быть определен по формуле

$$V_{om} = \frac{V_c N}{100},$$

где  $V_c$  – объем сырья, относительно которого определяются отходы, м<sup>3</sup>;  
 $N$  – норматив образования отходов, %.

Нормативы образования лесосечных отходов установлены по субъектам с учетом естественного отпада, используемого в качестве удобрений и на укрепление трелевочных волоков.

Таблица 1

Товарная структура товарной древесины в арендных участках  
Туймазинского лесничества

Хозяйство	Ликвидная древесина	Деловая древесина, м <sup>3</sup>				Дровяная, м <sup>3</sup>
		всего	крупная	средняя	мелкая	
Сплошные рубки						
Всего хвойные	2449	2316	1235	892	189	133
Всего твердолиственные	14259	6348	2412	3304	633	7911
Всего мягколиственные	76794	34178	13693	16106	4378	42616
Всего в экспл-х лесах	93502	42842	17340	20302	5200	50660
Выборочные рубки						
Всего хвойные	3057	2779	427	1492	860	278
Всего твердолиственные	440	219	9	111	99	221
Всего мягколиственные	2192	1046	106	443	497	1146
Всего в защитных лесах	5689	4044	542	2046	1456	1645
Итого	99191	46886	17882	22348	6656	52305

Норматив образования отходов, которые реально можно собрать и переработать в республике Башкортостан: сучья, ветви, вершинки на растущем дереве – 13,3 %, а норматив пригодных к использованию – 4,8 % [3]. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вторичные древесные ресурсы сучьев, ветвей, вершин

Хозяйство	Годовой объем вывозки, тыс. м <sup>3</sup>	Объем сучьев, ветвей и вершин, тыс. м <sup>3</sup>	
		Потенциальные ресурсы (на растущем дереве)	Реальные ресурсы (пригодные к использованию)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Сплошные рубки			
Всего хвойные	2449	325,7	117,6
Всего твердолиственные	14259	1896,4	684,4
Всего мягколиственные	76794	10213,6	3686,1
Всего в эксплуатационных лесах	93502	12435,8	4488,1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Выборочные рубки			
Всего хвойные	3057	406,6	406,6
Всего твердолиственные	440	58,5	58,5
Всего мягколиственные	2192	291,5	291,5
Всего в защитных лесах	5689	756,6	756,6
Итого	99191	13192,4	13192,4

Полученные в результате расчетов данные позволяют планировать работу по сбору лесосечных отходов, их транспортировке и могут быть взяты за основу разработки эффективных технологий и систем машин для сбора и переработки подобной древесины в энергетических целях. Экономическая доступность дополнительного сырья, полученного из лесосечных отходов, будет определяться с учетом их концентрации, затрат на сортировку и транспортировку к местам потребления.

### **Список источников**

1. Загидуллин Д. А., Герц Э. Ф. Перспективы заготовки древесины ООО «Кроношпан ОСБ» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. С. 129–133.

2. Уразова А. Ф., Герц Э. Ф. Лесной комплекс. Термины, Понятия и определения : учебное пособие. Екатеринбург, 2020. 158 с.

3. Методические указания по определению объемов вторичных древесных ресурсов. URL: <https://e-ecolog.ru/docs/7WPoUUI0hrCgJKP6j7sSn> (дата обращения: 22.04.2023).



Научная статья  
УДК 630\*5

## ИЗУЧЕНИЕ ФИТОМАССЫ ПОДЛЕСКА ПОРОСЛЕВЫХ ДУБРАВ СЕРАФИМОВИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ЛЕЩИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Маргарита Александровна Тувышкина<sup>1</sup>, Алексей Иванович Ревин<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия

<sup>1</sup> K995ma@yandex.ru

<sup>2</sup> airevin59@yandex.ru

**Аннотация.** В результате проведенной работы изучен подлесок лещины обыкновенной. На основе полученных данных построены нормативные таблицы для определения массы стволиков и массы листьев в зависимости от диаметра и высоты.

**Ключевые слова:** лещина обыкновенная, подлесок, фитомасса

Scientific article

## THE STUDY OF THE PHYTOMASS OF THE UNDERGROWTH OF OAK COGRUES OF THE SERAFIMOVICHSKOYE FORESTRY OF THE VOLGOGRAD REGION ON THE EXAMPLE OF THE COMMON HAZEL

Margarita A. Tuvyshkina<sup>1</sup>, Alexey I. Revin<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Voronezh State University of Forestry and Technologies named  
after G. F. Morozov

<sup>1</sup> K995ma@yandex.ru

<sup>2</sup> airevin59@yandex.ru

**Abstract.** As a result of the work carried out, the undergrowth of common hazel was studied. On the basis of the data obtained, normative tables were constructed to determine the mass of stems and the mass of leaves, depending on the diameter and height.

**Keywords:** common hazel, undergrowth, phytomass

Значительную долю биологического запаса дубрав составляет подлесок. Очень распространенной породой, образующей подлесок, является лещина обыкновенная (*Corylus avellana*). Она является почвоулучшающей

породой, хорошо закрепляет почву и способствует ее гумусному обогащению. Лещина используется в лакокрасочной, пищевой промышленности, из древесины изготавливаются товары народного потребления, используются эстетические качества лещины, она является источником веточного корма для животных. В общем, значение лещины велико и разнообразно [1, 2, 3].

Для изучения подлеска в порослевой дубраве Серафимовичского лесничества было заложено три пробных площади, на которых были вырублены все кусты лещины. У каждого стволика измерялся диаметр у основания, длина, масса с листвой и масса листьев. Данные по массе получены в результате взвешивания. Объем определялся с использованием ранее составленных таблиц объемов для лещины по диаметру и высоте. Результаты измерений заносились в таблицу отдельно для каждого куста.

В ходе обработки материалов была изучена статистика данных по среднему количеству стволиков в кусте, среднему диаметру и высоте. Эти показатели были определены как для каждого куста, так и для пробных площадей. Результаты этой работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты учета лещины на пробных площадях

Номер куста	Пробная площадь № 1			Пробная площадь № 2			Пробная площадь № 3		
	Количество стволиков в кусте, шт.	Средний диаметр в кусте, см	Средняя высота в кусте, м	Количество стволиков в кусте, шт.	Средний диаметр в кусте, см	Средняя высота в кусте, м	Количество стволиков в кусте, шт.	Средний диаметр в кусте, см	Средняя высота в кусте, м
1	6	1,4	1,82	5	1,8	2,74	8	1,8	2,89
2	6	1,9	2,58	9	2,2	3,07	4	1,5	2,47
3	9	1,6	2,35	9	2,0	3,11	7	1,7	2,79
4	5	2,0	3,25	7	1,5	2,39	6	2,5	3,78
5	9	1,9	2,43	8	2,0	3,31	9	1,9	2,99
6	8	1,6	2,75	4	3,6	4,45	5	1,7	2,51
7	7	1,6	2,58	7	1,9	2,77	7	2,5	4,04
8	5	2,0	2,67	11	2,8	3,89	8	1,9	3,23
9	8	2,5	3,72	7	2,2	3,34	6	2,0	3,46
10	5	1,7	2,53	4	2,4	3,39	–	–	–
11	6	2,4	3,76	–	–	–	–	–	–
12	8	1,9	3,02	–	–	–	–	–	–
13	8	1,8	2,73	–	–	–	–	–	–
$M_{cp}$	7	1,9	2,78	7	2,2	3,24	6	1,9	3,13

Далее обработка данных велась обычными методами математической статистики [4]. Были изучены статистические показатели на пробных площадях для диаметра, высоты и количества стволиков в кусте. Рассмотрены следующие показатели: среднее значение признака, среднеквадратическое отклонение, коэффициент изменчивости, ошибка среднего значения (табл. 2).

Как видно из табл. 2, средние показатели для лещины следующие: среднее количество стволиков в кусте 6,9 шт., средний диаметр 2,0 см, средняя высота 3,0 м.

Таблица 2

Статистические показатели лещины  
на пробных площадях

Показатели	Пробная площадь			Средние показатели
	1	2	3	
Среднее количество стволиков в кусте, шт.	6,9	7,1	6,7	6,9
Среднеквадратическое отклонение	1,4	2,17	1,5	–
Коэффициент изменчивости, %	20,0	30,5	22,4	24,3
Ошибки среднего значения	0,4	0,7	0,5	–
Средний диаметр, см	1,9	2,2	1,9	2,0
Среднеквадратическое отклонение	0,3	0,6	0,5	–
Коэффициент изменчивости	16,2	25,1	16,3	19,4
Ошибка среднего значения	0,1	0,2	0,1	–
Средняя высота, м	2,8	3,2	3,1	3,0
Среднеквадратическое отклонение, %	0,5	0,6	0,5	–
Коэффициент изменчивости	18,7	17,3	16,4	17,5
Ошибка среднего значения	0,1	0,2	0,2	–

Далее работа велась по изучению фитомассы лещины. Для изучения зависимостей массы стволика и массы листьев от основных параметров (диаметр и высота) данные были занесены в корреляционные таблицы. Эти материалы послужили основанием проведения корреляционного и регрессионного анализа [4]. Результаты корреляционного анализа приводятся в табл. 3.

Результаты корреляционного анализа связи  
между диаметром и объемом, массой стволика и массой листьев

Параметры	$r \pm m_r$	$t$	$\eta \pm m\eta$
Высота стволика, м	$0,90 \pm 0,07$	51	$0,93 \pm 0,012$
Объем стволика, м <sup>3</sup>	$0,81 \pm 0,031$	26	$0,99 \pm 0,002$
Масса стволика, кг	$0,88 \pm 0,025$	34	$0,92 \pm 0,017$
Масса листьев, кг	$0,57 \pm 0,144$	4	$0,67 \pm 0,119$

Как видно из табл. 3, полученные значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о том, что между исследуемыми признаками существует тесная связь. Для высоты, объема и массы стволиков связь высокая, а для массы листьев – значительная. Фактические значения показателей достоверности значительно превышают величину стандартного значения критерия Стьюдента ( $t_{st} = 3,29$ ), следовательно, можно говорить о высокой надежности вычисленных коэффициентов корреляции. Ошибки вычисленных показателей незначительны. Сравнивая полученные коэффициенты корреляции и корреляционные отношения, можно сделать следующий вывод: все связи в основном линейные, за исключением связи между диаметром и объемом стволиков.

После того, как были составлены корреляционные таблицы, рассчитаны коэффициенты корреляции и корреляционные отношения по всем исследуемым взаимосвязям, был проведен регрессионный анализ.

В результате регрессионного анализа по каждому виду связи получены конкретные уравнения зависимости фитомассы стволиков от диаметра и высоты:

$$M_{ствол.} = -0,173 - 0,189H^2 - 0,724D + 0,743H + 0,502H. \quad (1)$$

$$M_{лист.} = -0,074 - 0,023H^2 - 0,199D + 0,024DH + 0,056D^2. \quad (2)$$

Анализируя полученные данные, можно сказать, что  $F_{выч.} > F_{st}$ , следовательно, уравнения можно считать достоверными.

Эти модели позволили построить таблицы для учета фитомассы лещины по диаметру ( $d$ ) и высоте ( $h$ ) стволика. Результаты приведены в табл. 4 и 5.

Полученные таблицы можно использовать для комплексной оценки порослевых дубрав Серафимовичского лесничества Волгоградской области.

Таблица 4

Таблица массы стволиков (кг) лещины обыкновенной  
в зависимости от диаметра ( $d$ , см) и высоты ( $h$ , м)

$h$ $d$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
1	0,163	0,555	0,853	1,06	1,173								
1,5	0,052	0,562	0,993	1,326	1,564	1,712							
2		0,584	1,133	1,591	1,955	2,228	2,407						
2,5			1,273	1,857	2,343	2,745	3,049	3,263					
3				2,122	2,737	3,261	3,691	4,030	4,273				
3,5					3,128	3,777	4,333	4,798	5,166	5,448			
4						4,294	4,975	5,565	6,059	6,466	6,777		
4,5							5,617	6,333	6,952	7,485	7,921	8,266	
5								7,100	7,845	8,503	90,065	9,535	9,913
5,5									8,738	9,522	10,209	10,805	11,308
6										10,540	11,353	12,074	12,703
6,5										11,559	12,497	13,343	14,098
7										12,577	13,641	14,613	15,493

Таблица 5

Таблица массы листьев (кг) лещины обыкновенной в зависимости от диаметра ( $d$ , см) и высоты ( $h$ , м)

$h$ $d$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
1	0,116	0,157	0,209	0,273	0,348								
1,5	0,199	0,247	0,263	0,333	0,414								
2			0,288	0,364	0,451	0,550	0,660						
2,5			0,286	0,368	0,461	0,536	0,652	0,780					
3				0,343	0,442	0,553	0,675	0,809	0,954	1,111			
3,5					0,396	0,513	0,641	0,781	0,932	1,095	1,269		
4						0,444	0,596	0,724	0,881	1,050	1,230	1,422	
4,5							6,488	0,640	0,803	0,978	1,164	1,362	1,571
5								0,527	0,696	0,877	1,069	1,273	1,488
5,5									0,562	0,749	0,947	1,157	1,378
6									0,399	0,592	0,796	1,012	1,239
6,5										0,408	0,618	0,840	1,073
7												0,639	0,878

### *Список источников*

1. Осипов В.В. Лещина. М. : Агропромиздат. 1986. 70 с.
2. Полякова Г.Л., Иванова С.С. Рост лещины в Подмосковье // Лесн. хоз-во. 1967. № 1. С. 17–19.
3. Изучение биоразнообразия и оценка состояния лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) / В. А. Славский, Т. С. Наконечная, Е. В. Титов, З. Говедар // Лесотехнический журнал. 2022. № 3 (47.). С. 51–61.
4. Славский В. А, Мироненко А. В., Тувышкина М. А. Математические методы в лесном хозяйстве и ландшафтной архитектуре : методические указания и индивидуальные задания к лабораторным работам для студентов по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело ; Воронеж. гос. лестех. ун-т им. Г.Ф. Морозова. Воронеж, 2021.104 с.

Научная статья  
УДК 630\*23

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ В БАБАЕВСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Виктор Владимирович Смирнов<sup>1</sup>, Федор Николаевич Дружинин<sup>2</sup>,  
Дарья Михайловна Корякина<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
им. Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

<sup>1</sup> 79210540672@ya.ru

<sup>2</sup> drujinin@mail.ru

<sup>3</sup> koryakina.dary@yandex.ru

**Аннотация.** Выполнен комплексный анализ и лесоводственная оценка эффективности искусственного лесовосстановления на момент перевода в покрытую лесом площадь. Приведены рекомендации по повышению качества работ при формировании лесных культур.

**Ключевые слова:** искусственное лесовосстановление, приживаемость, сохранность и жизненное состояние лесных культур, лесоводственная оценка роста и развития

Scientific article

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WORK ON ARTIFICIAL REFORESTATION IN THE BABAEVSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE VOLOGDA REGION

Viktor V. Smirnov<sup>1</sup>, Fyodor N. Druzhinin<sup>2</sup>, Daria M. Koryakina<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin,  
Vologda, Russia

<sup>1</sup> 79210540672@ya.ru

<sup>2</sup> drujinin@mail.ru

<sup>3</sup> koryakina.dary@yandex.ru

**Abstract.** A comprehensive analysis and forestry assessment of the effectiveness of artificial reforestation at the time of transfer to a forested area was carried out. Recommendations for improving the quality of work in the formation of forest crops are given.

**Keywords:** artificial reforestation, survival, preservation and vital condition of forest crops, forestry assessment of growth and development



Основной задачей национального проекта «Экология», «Сохранение лесов» – обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100 % к 2024 г. Достижение этого показателя должно быть реализовано в отношении площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений. Кроме этого предусматривается увеличение доли искусственного лесовосстановления в общем объеме при воспроизводстве лесов, повышение качества и результативности этих работ. В настоящее время увеличены ежегодные площади создаваемых лесных культур, выполняется дооснащение и обновление материально-технической базы, создаются новые тепличные комплексы по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой и др.

В первую очередь, выполнение своевременных и регулярных уходов на этой площади до их перевода в покрытую лесом площадь влияет на ее эффективность, а не увеличение площади лесовосстановления. Данный вопрос, к сожалению, не рассматривается и не учитывается ни в федеральном? ни в региональных проектах. Однако лесные культуры в зависимости от типа условий местопроизрастания достигают целевых показателей (для оценки и признания работ по лесовосстановлению завершеными) только в 8–9-летнем возрасте [1–3].

Для оценки качества работ по искусственному лесовосстановлению работы выполнялись в два этапа:

1. Аналитический – сбор и систематизация сведений по проектной и технической документации (проекты лесовосстановления, акты инвентаризации и перевода в покрытую лесом площадь).

2. Исследовательский – выполнение лесочетных работ по установлению количественного и качественного состава формирующихся насаждений с установлением доли вклада искусственного и естественного лесовосстановления.

Лесоводственная оценка приживаемости и сохранности лесных культур, жизненного состояния, роста и развития формирующихся насаждений выполнялась на трех постоянных пробных площадях (в период с 2013 по 2022 гг.). Исходя из исходных характеристик лесных участков, объекты для проведения исследовательских работ подбирались в зеленомошной группе типов условий местопроизрастания, а именно черничных и кисличных (табл. 1), которые занимают до 55 % от лесных земель. Заготовка древесины проводилась с использованием многооперационной агрегатной техники. На момент выполнения лесосечных работ количество подроста под пологом насаждений не превышала 600 шт./га.

Лесные участки характеризовались оптимальным режимом почвенно-гидрологических условий. Насаждения по составу – смешанные, по возрастной структуре – разновозрастные, по строению – сложные, по хозяйственной

секции – хвойно-лиственные с долевым участием ели 6 единиц и листвен-но-хвойные с долевым участием лиственных пород до 7 единиц. По произ-водительности – это высоко полнотные древостои с запасом древесины от 250 м<sup>3</sup>/га до 290 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений до рубки  
(согласно лесных деклараций)

№ лесного участка	Индекс типа леса	Состав	Средние			Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			А, лет	Д, см	Н, м			
1	Е <sub>чер</sub>	6Е2Б2Ос	90	18,0	19,0	III	0,8	280
2	Е <sub>кис</sub>	3Б3Ос3Е1С	65	20,0	20,0	II	0,8	250
3	Е <sub>кис</sub>	7Б1Ос2Е + Ив	60	22,0	18,0	I	0,9	290

Ельники кисличные (лесные участки 2 и 3) приурочены к дрениро-ванным водоразделам, а ельник черничный (пробная площадь 1) занимал равное положение с хорошей дренированностью почв. Сопутствующими и второстепенными породами являлись осина (*Populus tremula*), ива (*Salix*) и сосна (*Pinus sylvestris*). В составе подлеска присутствовали рябина (*Sorbus aucuparia*), шиповник (*Rosa canina*), черемуха (*Prunus Padus*), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum*).

Лесные культуры создавались на месте вырубок методом посадки (табл. 2). Почва обрабатывалась бороздами на глубину 10–20 см с помощью плуга ПЛ-1 в агрегате с трактором ТДТ-55. Целевая порода – ель. Посадка производилась вручную под меч Колесова. Схема смешения – Е-Е-Е. В качестве посадочного материала использованы стандартные двухлетние сеянцы ели.

Таблица 2

Характеристика лесокультурных площадей

№ лесного участка	Год создания (весна)	Площадь, га	Среднее расстояние между бороздами, м	Шаг посадки, м	Густота посадки, шт./га
1	2015	46,8	5	0,6	3330
2	2014	21,4	4–5	0,8	2790
3	2013	36,5	5	0,7	2857

При технической приемке качество лесокультурных работ оценено как удовлетворительное. Несоответствий проектной документации не выявлено.

Оценка лесокультурных площадей к моменту перевода участков в покрытую лесом площадь показала, что сохранность культур ели составила от 6 до 33 %. Количество жизнеспособных экземпляров составляло от 175 шт./га до 1000 шт./га. Одновременно с этим активно протекал за этот период естественный лесообразовательный процесс (табл. 3).

Таблица 3

Количественный и качественный состав формирующихся насаждений

№ лесного участка	Состав	Целевая порода	Густота шт./га	Количество растений естественного происхождения					
				семенное		вегетативное		всего	
				шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%
1	5Е <sub>иск</sub> 5БедС	Е <sub>иск</sub>	1000	–	–	–	–	1000	46,9
		С	–	22	100,0	–	–	22	1,0
		Б	–	–	–	1111	100,0	1111	52,1
2	5Б4Ос1Е +Е <sub>иск</sub>	Е <sub>иск</sub>	175	–	–	–	–	175	3,7
		Е	–	500	100,0	–	–	500	10,5
		Б	–	–	–	2300	56,4	2300	48,4
		Ос	–	–	–	1775	43,6	1775	37,4
3	3ЕЗБЗОс1Е <sub>иск</sub> +С	Е <sub>иск</sub>	600	–	–	–	–	600	14,0
		Е	–	1100	88,0	–	–	1100	25,6
		С	–	150	22,0	–	–	150	3,5
		Б	–	–	–	1175	47,9	1175	27,3
		Ос	–	–	–	1275	52,0	1275	29,7

В общей совокупности по лесным участкам следует заключить, что успешное возобновление отмечается лишь на 3-м лесном участке. Во всех остальных случаях доля хвойных пород различного происхождения не достаточна для перевода в покрытую лесом площадь как по густоте, так и по долевному участию хвойных пород в составах формирующихся насаждений (менее 5 единиц).

При оценке жизненного состояния, выявлении вида и степени повреждений проводился сплошной пересчет всех растений на постоянных пробных площадях. Доля здоровых экземпляров ели естественного происхождения также составила от 82 до 100 %, а сомнительных – 2–6 %.

Основным видом повреждений растений на рассматриваемых лесных участках являлась изреженность охвоения кроны нижних ветвей ели.

Причиной гибели отдельных экземпляров являлось выжимание, выпревание и обкусывание верхушечной почки лосями. Растения ели естественного происхождения в доминирующем большинстве на 100 % оценены как здоровые без повреждений.

Для лесоводственной оценки и выявления эффективности выполненных мероприятий по воспроизводству лесов важно выявить особенности роста растений, необходимо знать их основные таксационные показатели: среднюю высоту (рис. 1) и диаметр. Одновременно с этим необходимо учитывать и воздействие неблагоприятных факторов среды: погодные условия, заглушение травянистой растительностью и листовыми породами, а также повреждение животными.

Средний диаметр стволика у шейки корня на первом участке составил 0,8 см, на втором – 0,4 см, на третьем – 0,5 см. Средняя высота не превышала 0,5 м. Отношение диаметра к высоте позволяет дать комплексную оценку жизненного состояния и энергии роста сеянцев ели.

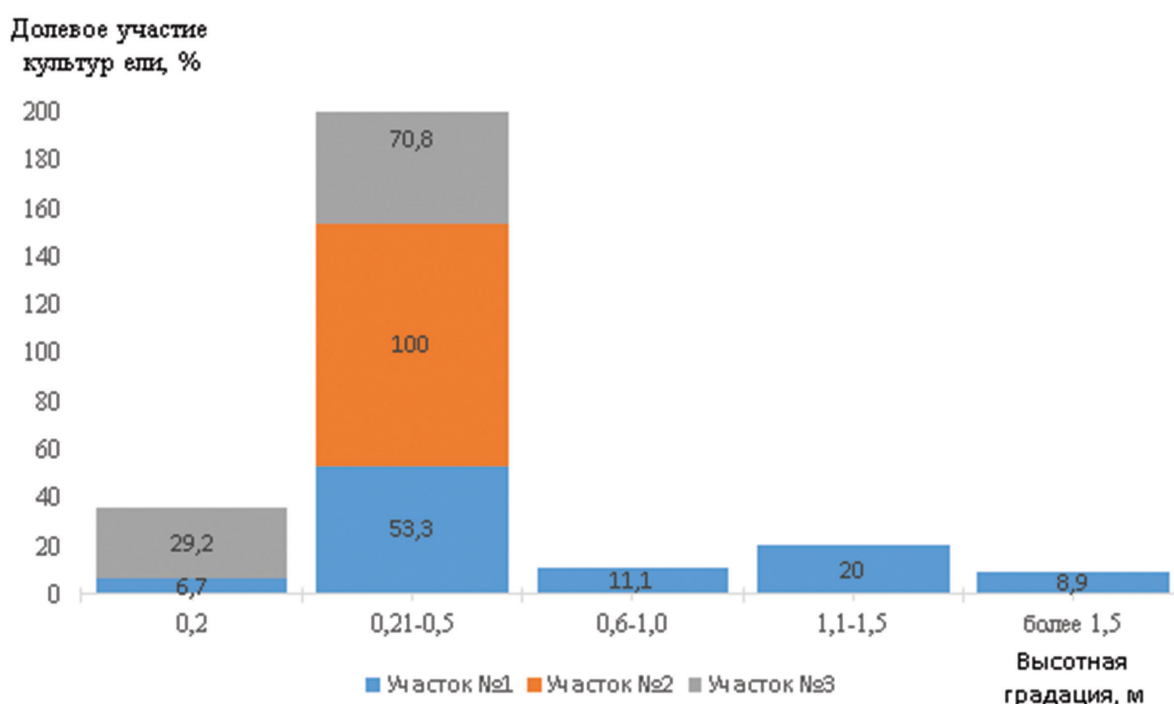


Рис. 1. Распределение культур ели по высотным градациям в структуре формирования лесных насаждений

На всех трех участках полученные значения находятся в интервале от 1,4 до 1,8 м. Эти значения позволяют нам заключить, что формирующиеся лесные культуры характеризуются медленной энергией роста.

При оценке жизненного состояния культур можем отметить, что здоровые особи присутствуют в каждой градации диаметров. Наибольшая их

доля характеризуется диаметрами от 0,7 до 0,9 см (15–31 %). Это довольно крупные растения, которые являются достаточно устойчивыми к различного рода воздействиям. Как отмечалось ранее, они составляли 98 % от общего количества сохранивших жизнеспособность растений. Наличие сомнительных экземпляров зафиксировано в интервале между 0,4 и 0,8 см (25–50 %) (рис. 2). Основная доля погибших растений характеризовалась диаметрами не более 0,3 см.

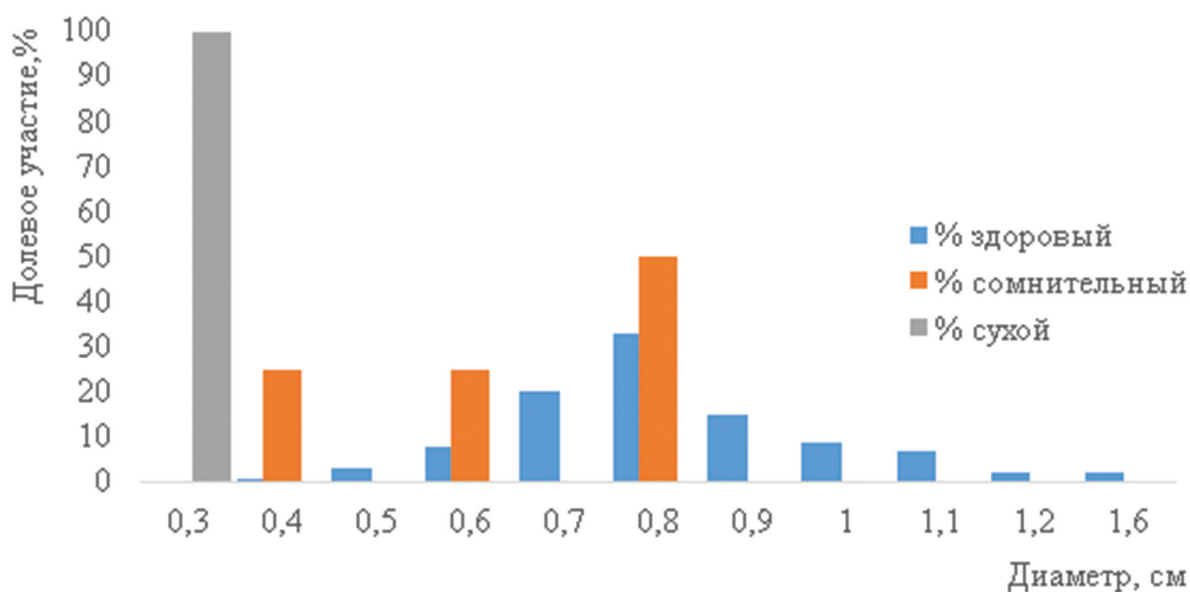


Рис. 2. Распределение культур ели по диаметрам и жизненному состоянию (средние данные по 3 пробным площадям)

В период с 2013 по 2022 гг. основными факторами, которые привели к нежелательным результатам, являлись неблагоприятные метеорологические условия, отсутствие агротехнических уходов. Все это в совокупности привело к значительному отпаду растений и низкой их сохранности.

### Выводы

В ходе проработки проектной и технической документации, сбора полевого материала, обработки и анализа полученных данных сделаны следующие резюмирующие выводы:

1. Результаты инвентаризации лесных культур по участкам следующие:
  - участок № 1 – сохранность составила 33 %;
  - участок № 2 – сохранность – 6 %;
  - участок № 3 – сохранность – 20 %.
2. Жизненное состояние сохранившихся лесных культур оценивается как здоровые. Доля таких экземпляров по лесным участкам составила от 74 до 100 % от общего количества сохранивших жизнеспособность

растений, на момент перевода формирующихся насаждений в покрытую лесом площадь целевые показатели не достигнуты (по густоте, высоте и целевому составу) [4]. Для предотвращения таких ситуаций необходимо детальнее подбирать участки под лесные культуры, использовать качественный посадочный материал, соблюдать сроки и технологию посадки; своевременно выполнять агротехнические уходы и дополнения.

3. При реализации любого способа лесовосстановления (искусственного, комбинированного, естественного) для повышения качества и эффективности воспроизводства лесов необходимо применять комплексные меры по содействию естественному лесовозобновлению, что подтверждают результаты исследования.

4. Для перевода в покрытую лесом площадь на лесных участках с длительными мониторинговыми наблюдениями необходимо запланировать лесоводственные уходы, чтобы обеспечить достижение целевых показателей, а также создать условия для интенсификации естественного лесовосстановления (появления всходов самосева).

### *Список источников*

1. Оценка эффективности лесовосстановления на территории Вологодской области / Ф. Н. Дружинин, Д. М. Корякина, В. В. Смирнов, Е. Н. Смирнов // Ростки науки : сборник статей бакалавров и магистрантов по материалам научной конференции. 10 декабря 2020. Вологда-Молочное, 2021. С. 26–30.

2. Паспорт национального проекта «Экология». URL: [https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy\\_proekt\\_ekologiya/](https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/) (дата обращения: 01.06.2023).

3. Паспорт федерального проекта «Сохранение лесов». URL: [http://economy.samregion.ru/upload/iblock/4fd/Pasport-FP-Sokhranenie-lesov\\_red.-ot21.12.18\\_.pdf](http://economy.samregion.ru/upload/iblock/4fd/Pasport-FP-Sokhranenie-lesov_red.-ot21.12.18_.pdf) (дата обращения: 01.06.2023).

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2021 года № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». URL: <https://www.consultant.ru>cons> (дата обращения: 01.06.2023).

## ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ

**Мария Викторовна Ермакова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад  
Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия  
M58\_07E@mail.ru

**Аннотация.** Проведено изучение высотной структуры 10-летних производственных культур сосны в типах леса сосняк ягодниковый и сосняк разнотравный в двух лесорастительных районах Среднеуральского таежного лесного района. Доля наиболее высоких деревьев от их общего количества в условиях сосняка ягодникового оказалась значительно меньше, чем в сосняке разнотравном. В сосняке ягодниковом определенная дифференциация по высоте начинается с 3-го – 5-го, а в сосняке разнотравном с 5-го – 8-го года пребывания на лесокультурной площади.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, лесные культуры, дифференциация по высоте

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

Scientific article

## FORMATION OF THE STRUCTURE OF PINE FOREST CROPS

**Maria V. Ermakova**

Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden,  
Yekaterinburg, Russia  
M58\_07E@mail.ru

**Abstract.** A study of the vertical structure of 10-year-old production crops of pine in the forest types of berry-shaped pine forest and mixed herbs pine forest was made in two forest regions of the Middle Ural taiga forest region. The proportion of the tallest trees in their total number in the conditions of the berry-shaped pine forest turned out to be significantly less than in the mixed herbs pine forest. In the berry-shaped pine forest, a certain differentiation in height begins from the 3rd-5th, and in the mixed herbs pine forest from the 5th-8th year of stay in the forest area.

**Keywords:** Scotch pine, forest culture, differentiation in height

**Acknowledgement:** The work was carried out within the framework of the State assignment of Ural Branch: Institute Botanic Garden of Russian Academy of Sciences.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) относится к числу наиболее светолюбивых древесных видов. В процессе формирования молодых лесных насаждений весьма существенную роль играет фактор дифференциации формирующейся популяции на ценотические структурные образования, которую общепринято оценивать по количеству деревьев разных биометрических классов [1].

Изучение особенностей структуры молодняков, в том числе и искусственного происхождения, дает возможность более обоснованно планировать и проводить лесохозяйственные мероприятия, обеспечивающие оптимальные условия для роста и развития деревьев. Соответственно, при изучении формирования молодых насаждений сосны как светолюбивой древесной породы необходимо прежде всего исследование особенностей дифференциации искусственных молодняков по высоте ствола, поскольку именно этот параметр во многом определяет дальнейшую структуру древостоя. Ранее было установлено, что стабильное, сохраняющееся в дальнейшем положение (класс роста по высоте) у сосны определяется возрасту 8–10 лет [2, 3].

Цель нашего исследования заключалась в изучении параметров высотной структуры 10-летних культур сосны на основе ранговой классификации.

Исследования проводились на участках (табл. 1, 2) 10-летних производственных лесных культур (биологический возраст деревьев 12 лет) в условиях Зауральской холмисто-предгорной провинции Южнотаежного лесорастительного округа Западно-Сибирской равнинной области [3] Среднеуральского таежного района.

Исследования на пробных площадях (ПП) лесных культур выполнялись в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [5]. На каждой пробной площади было изучено не менее 100 деревьев. У каждого экземпляра измерялись диаметры на высоте груди (1,3 м), высота, а также длина всех годичных побегов.

Материалы исследований были обработаны с помощью пакета программ STATISTICA 10. Для апостериорного сравнения средних значений в случае необходимости использовался LSD-тест. Уровень изменчивости по величине полученных коэффициентов вариации признаков определяли в соответствии со шкалой С. А. Мамаева [6].

Для изучения структуры насаждений и участия в ней особей разного морфологического состояния проводилось разделение на 5 ранговых классов с применением конкретных ранговых коэффициентов. На основе амплитуды редукционных чисел (АРЧ) определялся шаг и границы классов [1, 2].

Анализ таксационных показателей лесных культур на исследованных ПП (табл. 2) показал, что культуры в Южнотаежном зауральском сосновом лесорастительном районе значительно (при  $p \leq 0,05$ ) превосходили по высоте



культуры в Южнотаежном горноуральском пихтово-еловом районе в соответствующих типах леса. По величине диаметра на высоте груди таких различий не установлено.

Таблица 1

Характеристика ПП лесных культур  
(лесорастительные районы по условиям лесовосстановления)

№ ПП	Тип леса	Размещение, м	На момент учета (возраст культур 10 лет)	
			Сохранность, %	Густота, тыс. экз. на 1 га
Южнотаежный зауральский сосновый				
1	С. яг.	0,7 × 2,0	64,0	4,61
2	С. ртр.	0,5 × 3,7	65,6	3,54
Южнотаежный горноуральский пихтово-еловый				
3	С. яг.	0,5 × 4,0	41,3	2,96
4	С. ртр.	0,6 × 2,3	44,4	3,19

Примечание. С. яг. – Сосняк ягодниковый; С. ртр. – Сосняк разнотравный

На всех ПП уровень изменчивости по высоте деревьев согласно коэффициентам вариации находился в пределах от среднего до повышенного. Для сравнения, уровень изменчивости по диаметру на высоте груди колебался от высокого до очень высокого. Кроме того, и показатель амплитуды редукционных чисел (АРЧ) по высоте во всех случаях оказался значительно ниже, чем по диаметру.

Таблица 2

Таксационные характеристики лесных культур сосны на ПП

№ ПП	Показатель	Значения статистических показателей				АРЧ
		<i>M</i>	<i>m</i>	$\sigma$	<i>V</i> , %	
1	Д <sub>1,3Н</sub> , см	3,5	0,10	1,03	28,94	1,314
	Н, см	297,8	5,90	63,29	21,25	1,064
2	Д <sub>1,3Н</sub> , см	3,9	0,18	1,89	48,63	1,897
	Н, см	303,6	8,00	83,89	27,63	1,130
3	Д <sub>1,3Н</sub> , см	4,0	0,20	1,97	38,05	1,711
	Н, см	264,0	7,59	75,87	28,74	1,315
4	Д <sub>1,3Н</sub> , см	3,7	0,12	1,24	33,41	1,622
	Н, см	222,5	4,16	42,20	18,96	0,787

Примечание. *M* – среднее; *m* – ошибка среднего;  $\sigma$  – дисперсия; *V*, % – коэффициент вариации; АРЧ – амплитуда редукционных чисел.

Установлено, что ПП лесных культур сосны заметно различаются по доле участия деревьев разных классов роста в общей структуре насаждения (рис. 1).

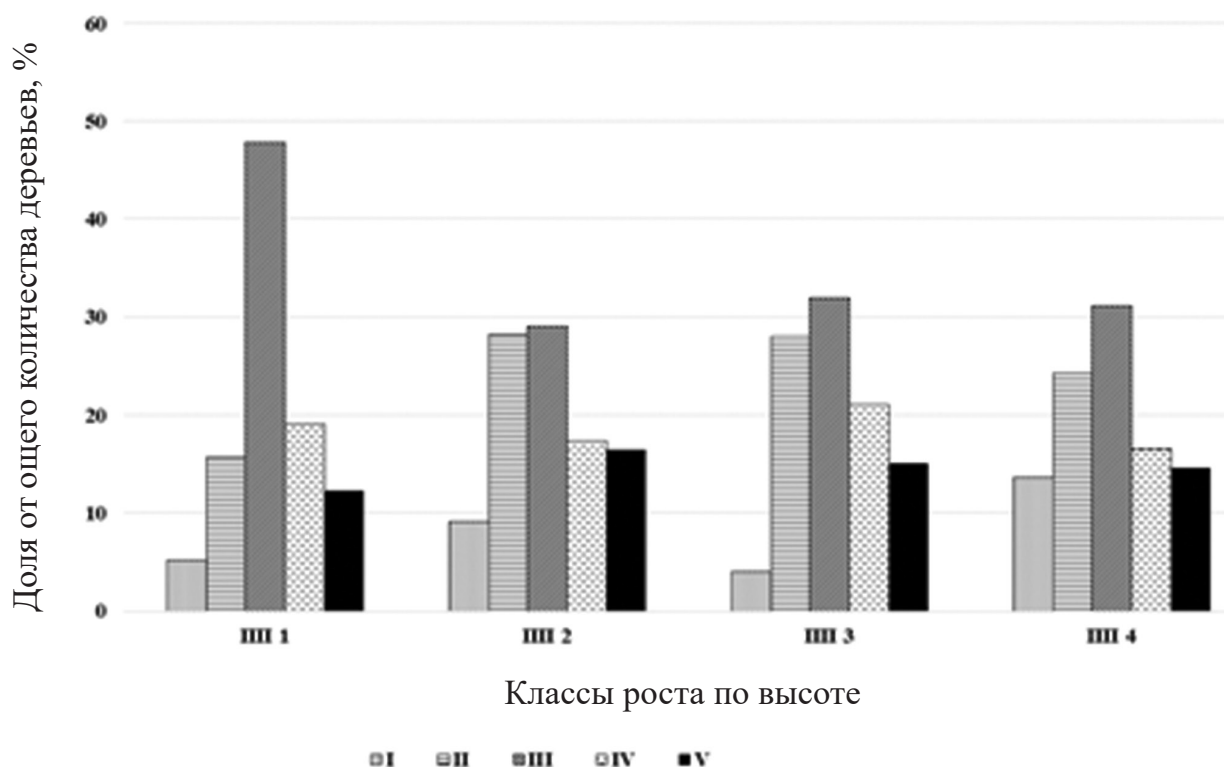


Рис. 1. Распределение деревьев на ПП по ранговым классам высоты

Общая доля наиболее высоких деревьев (лидеров и сублидеров I–II классов роста) в условиях С. яг. в обоих лесорастительных районах (ПП 1 и ПП 3), оказалась (на 16,4 и 5,9 % соответственно) меньше, чем в С. ртр. Кроме того, доля деревьев III класса на ПП 1 оказалась значительно выше (на 15,8–18,7 %), чем на остальных ПП. При этом густота культур, как было показано выше (табл. 1), на ПП 1 в 1,5 и более раз превышала аналогичный показатель на других ПП, а на ПП 3 была близка или меньше, чем на ПП С. ртр. в обоих лесорастительных районах. Вероятнее всего, особенности дифференциации деревьев по высоте на ПП в целом объясняются как густотой культур, так и спецификой лесорастительных условий произрастания.

Как показывают параметры хода роста, заметное расхождение для деревьев разных ранговых классов по темпам роста в высоту (рис. 2, 3) начинается не сразу, не в первые годы пребывания на лесокультурной площади. В С. яг. в обоих лесорастительных районах выделение лидеров по высоте от всех остальных начинается с 3-го, а сублидеров с 5-го года пребывания на лесокультурной площади. Дифференциация отстающих в росте деревьев III–V классов начинает отчетливо проявляться позже, с 6-го – 7-го года.

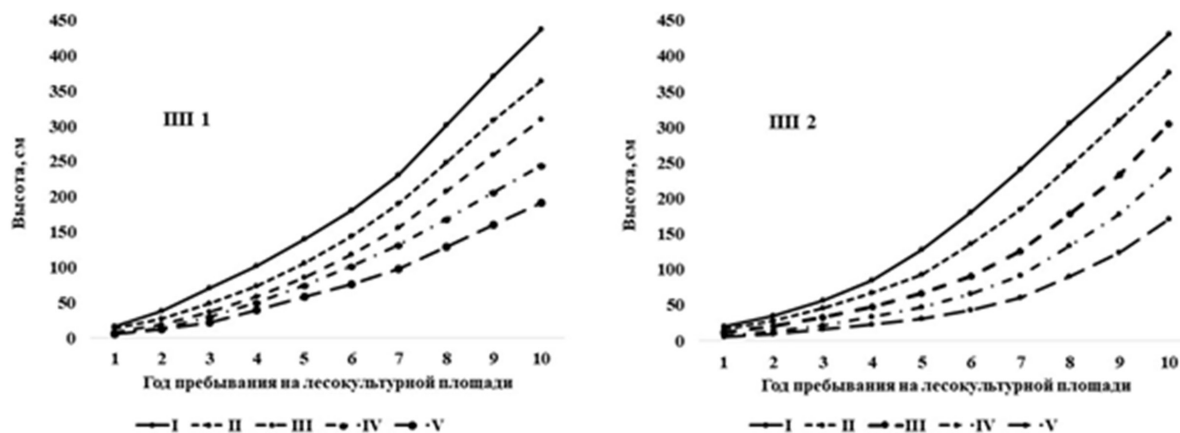


Рис. 2. Ход роста по высоте по годам пребывания на ПП 1 и ПП 2 (I... V – ранговые классы роста по высоте)

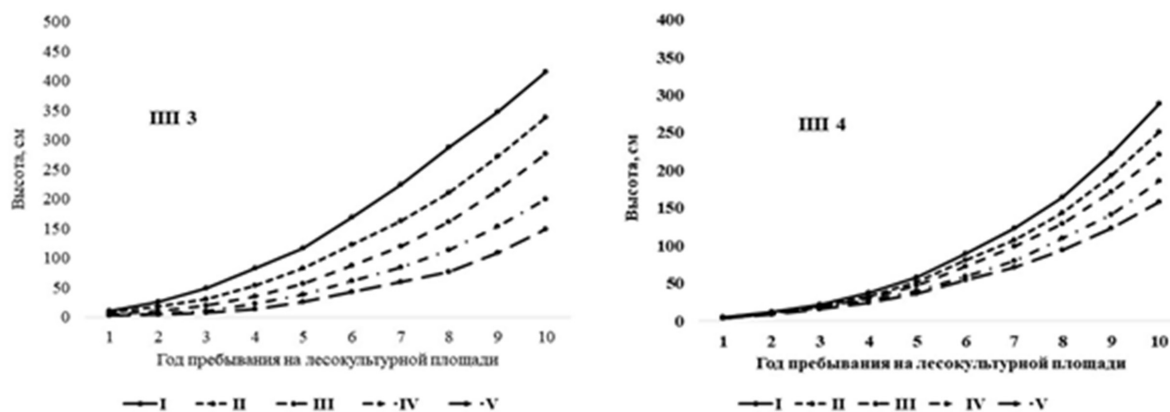


Рис. 3. Ход роста по высоте по годам пребывания на ПП 3 и ПП 4 (I... V – ранговые классы роста по высоте)

На ПП С. ртр. дифференциация деревьев для каждого лесорастительного района происходит по-разному. В южнотаежном лесорастительном районе дифференциация как лидеров и сублидеров, так и деревьев остальных классов высоты отчетливо начинает проявляться с 5-го года пребывания на лесокультурной площади в сосняке разнотравном в пихтово-еловом лесорастительном районе.

Расхождение по темпам роста в высоту начинается значительно позже. Явные лидеры начинают выделяться только с 7-го, а сублидеры с 8-го года пребывания на лесокультурной площади. Разделение деревьев III класса роста с наиболее отстающими в росте проявляется только с 8-го года пребывания на лесокультурной площади. При этом, деревья IV и V классов заметно дифференцируются друг от друга уже на 6-й год пребывания на площади.

Довольно продолжительный процесс разделения деревьев по классам роста можно объяснить скорее всего интенсивными процессами отпада

именно в первые годы пребывания на лесокультурной площади, связанные как с генотипической и ценотической дифференциацией, так и негативными моментами при создании лесных культур – качеством посадочного материала, ошибками при его посадке, зарастанием, особенностями микрорельефа площади, а также, вероятно, почвенными условиями конкретного лесорастительного района и т. д.

Результаты наших исследований в значительной степени подтверждают ранее приведенные данные о том, что в лесных культурах к 10-летнему возрасту в значительной степени определяется ранговая структура деревьев по высоте. Дифференциация по высоте – это длительный процесс, обусловленный как генотипическими особенностями деревьев, так и ценотическими условиями произрастания.

Существенное расхождение для деревьев разных ранговых классов по темпам роста в высоту определяется, прежде всего особенностями лесорастительных условий и проявляется только через 4–5 лет пребывания на лесокультурной площади.

Результаты проведенных исследований могут применяться при оценке эффективности ранней диагностики быстрорастущих деревьев сосны. Полученные данные рационально применять при проведении лесохозяйственных мероприятий при формировании молодняков сосны.

### **Список источников**

1. Демаков Ю. П., Нуреева Т. В. Закономерности изменения рангового положения деревьев по их размерам в ценопопуляциях сосны обыкновенной // Лесоведение. 2019. № 4. С. 274–285.

2. Бондаренко А. С., Жигунов А. В. Оптимальный возраст оценки генетических свойств плюсовых деревьев в испытательных культурах ели европейской // Лесоведение. 2020. № 5. С. 442–450.

3. Lee Cahn Nam, Luu The Trung, Bui The Hoang, Luon Van Dung, Pham Xuan Nguyen // The forest structure and ecological characteristics of *Pinus dalatensis* de Ferre in Bidoup Nui Ba national Park, Lam Dong Province // Tap chi khoa hoc Lam Nghiep, 2016, Sq. 2. Tr. 4315–4325.

4. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Б. П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области : практическое руководство. Свердловск. УНЦ АН СССР, 1974. 176 с.

5. Саксонов С. С. Влияние засух на приживаемость лесных культур // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2020. Т. 29, № 4. С. 37–42.

6. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae). М. : Наука, 1975. 284 с.

Научная статья  
УДК 630\*232.19

## РОСТ ПОЛУСИБОВ КЕДРА СИБИРСКОГО 16-ЛЕТНЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ КАРАУЛЬНОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

**Альбина Михайловна Пастухова**

Сибирский государственный университет науки и технологий им. М. Ф. Решетнева,  
Красноярск, Россия  
albinp@yandex.ru

*Аннотация.* Проведенные исследования показали, что в 16-летнем биологическом возрасте наблюдается высокий уровень изменчивости по высоте и диаметру стволика и средний по длине хвои. Отмечено, что отбор у кедра сибирского в полусибсовом потомстве можно проводить до 10-летнего возраста. При выращивании данного вида на открытом месте на 10-й год наблюдается фаза активного индивидуального роста. Выделены отдельные перспективные семьи по скорости роста и раннему репродуктивному развитию.

*Ключевые слова:* полусибс, кедр сибирский, отбор, рост, возрастная корреляция

Scientific article

## THE GROWTH OF PINUS SIBIRICA SEMI-SIBS IN 16-YEAR-OLD BIOLOGICAL AGE IN THE KARAUENOE FORESTRY CONDITIONS

**Albina M. Pastukhova**

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia  
albinp@yandex.ru

*Abstract.* The conducted studies have shown that at the age of 16 years of biological age, there is a high level of variability in height and diameter of the stem and an average in length of needles. It is noted that the selection of Siberian cedar in semi-Siberian offspring can be carried out up to 10 years of age. The phase of active individual growth was noted in the tenth year when this species is grown in an open area. Individual promising families were identified in terms of growth rate and early reproductive development.

*Keywords:* semi-sibs, pinus sibirica, selection, growth, age correlation

Проведение эффективного лесовыращивания ценными лесообразующими видами, к которым относится и сосна кедровая сибирская (кедр сибирский), требует применения отселектированного посадочного материала, соблюдения оптимальных для конкретных лесорастительных условий технологии и сроков проведения работ.

Высокий уровень полиморфизма кедра сибирского на всех этапах онтогенеза представляет возможность проведения отбора ценных форм, экземпляров в естественных и искусственных насаждениях с целью сохранения и размножения генетического потенциала уникального вида, сформированного тысячелетиями в суровых климатических условиях Сибири [9]. На данном этапе селекционных работ накоплен большой материал по изменчивости морфометрических показателей основных лесообразующих пород, проявлению признаков в потомстве разного географического происхождения. По мнению Н.П. Братиловой и др. [1, 2], выделять быстрорастущие экземпляры сосны кедровой сибирской возможно не только по фенотипу, но и по элементам ранней диагностики их семенного потомства. Имеются данные о различной интенсивности роста полусибирских семей, выращенных из семян разных репродукций; корреляции между показателями роста, распределения биомассы материнских деревьев и их потомств [4–8 и др.]. Результаты, приведенные А.М. Данченко и И.А. Бех [3], свидетельствуют о возрастной стабильности средних значений признаков роста у отдельных семей кедра сибирского, что позволяет в 3-летнем возрасте выявить определенные различия в норме их реакции на различные экологические фоны и проводить первичный отбор на универсальную приспособленность по признаку потенциальной интенсивности роста. Как указывает А.М. Данченко и др. [4], рост сеянцев кедра сибирского имеет аллометрическую связь с признаками материнских деревьев. Отмечено наличие определенной зависимости между ростом полусибирских на ранних этапах и характеристиками признаков семян. Исключение потомства с пониженными показателями темпа прироста обеспечит снижение затрат на дальнейшее их испытание в культуре [3].

Цель данных исследований – изучить рост полусибирского потомства кедра сибирского в условиях Караульного участкового лесничества. Данная территория относится к среднесибирскому подтаежно-лесостепному району.

Семенное потомство кедра сибирского было получено от свободного опыления климатипов, форм, произрастающих в плантационных культурах на территории Караульного участкового лесничества. Материнские растения отличаются разным географическим происхождением: алтайского (урочища Атушкень, Курли, Туштуезень), бирюсинского, лениногорского, танзыбейского, черемховского, читинского, тисульского и морфологическими

формами, выделенными в 1–3-летнем возрасте по числу верхушечных почек (от одной до четырех), длине семядолей (длинная – ДПХ, короткая – КПХ), числу семядолей (от 10 до 14 шт.), форме семядолей (прямая – ПС, серповидная – СС), категории крупности (средние по высоте и диаметру, превышающие средние показатели и ниже средних); фенологической формой (ранние (НП) и поздние (ПП)).

На постоянное место 6-летние полусибсы высаживали весной 2010 г. в борозды по отрезкам – по три растения в отрезке с шагом посадки один метр, расстояние между центрами три метра. Каждая семья размещалась на территории опытного поля в нескольких повторностях (2–4 шт.) рендомизированно, за исключением семей с единичным количеством семян. Категория земель, отведенных под опытные культуры – сенокос. Площадь 1,0 га. Подготовка почвы осуществлялась бороздами с расстоянием между ними 1,5 м. После в течение лета проводилась прополка сорняков.

Полученное полусибсовое потомство позволяет проследить в поколении наследование признаков, выявить возникновение новых хозяйственно ценных форм.

Проведенные наблюдения показали, что наиболее интенсивный рост имеет семенное потомство растений с коллекции «Известковая». Максимальный уровень изменчивости можно отметить по диаметру ствола, более низкая дифференциация – по длине хвои. Средний прирост за 16 лет по высоте полусибсов растений из коллекции «Известковая» составил  $9,0 \pm 0,30$  см, по диаметру –  $0,22 \pm 0,013$  см, У полусибсов растений из коллекции «Метеостанция» приросты составили соответственно  $8,0 \pm 0,32$  см и  $0,19 \pm 0,015$  см (табл. 1).

Таблица 1

Показатели полусибсового потомства 16-летнего кедра сибирского, см

Показатель	Потомство растений коллекции «Известковая»		Потомство растений коллекции «Метеостанция»	
	$\bar{X} \pm m$	V, %	$\bar{X} \pm m$	V, %
Высота	$144,8 \pm 4,80$	26,7	$123,7 \pm 5,15$	35,3
Диаметр стволика	$3,5 \pm 0,19$	43,2	$2,5 \pm 0,14$	37,5
Длина хвои	$9,7 \pm 0,21$	17,1	$10,3 \pm 0,30$	19,6
Прирост в высоту за 2020 г.	$38,0 \pm 1,67$	32,3	$30,6 \pm 1,43$	30,9
Прирост в высоту за 2019 г.	$27,5 \pm 1,41$	37,6	$20,9 \pm 1,28$	40,8
Прирост в высоту за 2018 г.	$21,4 \pm 1,22$	42,0	$18,7 \pm 1,35$	48,3
Средний прирост по высоте	$9,0 \pm 0,30$	28,70	$8,0 \pm 0,32$	35,3
Средний прирост по диаметру	$0,22 \pm 0,013$	44,9	$0,19 \pm 0,015$	53,1

По величине среднего прироста в высоту можно выделить семьи из коллекции «Метеостанция» 5–35, 6–57, 8–10, 8–33, у которых этот показатель превышает средний на 18,8–34,4 %, что значимо для селекционных работ. В коллекции «Известковая» перспективны семьи Би-6, Би-54, Ку-39 с превышением среднего прироста на 13,3–35,6 %.

Отмечено, что величина ежегодного прироста за 2018–2020 гг. над средним увеличилась в 3–4,2 раза и приближается к значениям, характерным для материнских растений. Это говорит о том, что опытные культуры на 10-й год после посадки находятся в фазе индивидуального роста.

Рассчитанная возрастная корреляция показала, что высота семей после первого года выращивания сохраняет тесноту связи с ростом в опытных культурах более старшего возраста вплоть до 10 лет (табл. 2), что подтверждает перспективность отбора семей по скорости роста в момент высадки в культуры для сокращения срока их выращивания.

Таблица 2

Возрастная корреляция по высоте 16-летних полусибсов кедра сибирского

Возраст полусибсов, лет					
Возраст семей, лет	8	13	14	15	16
8	1	–	–	–	–
13	0,474	1	–	–	–
14	0,492	0,977	1	–	–
15	0,545	0,938	0,978	1	–
16	0,564	0,989	0,952	0,989	1

Как показали исследования, в 10-летних культурах сохраняется высокий уровень изменчивости между семьями. Так, высота семей коллекции «Известковая» варьирует от 1,07 м до 1,95 м, коллекции «Метеостанция» – с 0,95 м до 1,51 м. Можно выделить семьи, имеющие значительное превышение по высоте над другими семьями: Би-6, Ку-39, Би-54, 5–35, 6–36, 8–10 (табл. 3).

В семье 6–23 выделено растение, перешедшее в репродуктивную стадию развития – на нем отмечено формирование 6 шт. озими. Этот полусибс превышает по высоте (232 см) средний показатель семьи на 202 %, среднее по участку – на 187,5 % и является третьим по данному показателю среди всего полусибсового потомства, произрастающего в плантационных культурах.



Таблица 3

Биометрические показатели 16-летних полусибсов  
кедра сибирского, см

Семья	$\bar{X}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	$V, \%$	max	min	$t_\phi$
1	2	3	4	5	6	7	8
Коллекция «Известковая»							
Высота							
Ку-6	113,3	20,7	35,9	31,7	135,5	71,9	2,98
Ку- 19	146,5	9,0	21,9	15,0	170,0	116,0	2,42
Ку – 37	106,5	14,0	34,2	32,1	164,0	67,2	3,89
Ку-39	180,0	10,0	14,1	7,9	190,0	170,0	0,72
Че-57	136,2	15,2	43,0	31,6	228,0	95,1	2,50
Шу-11	155,9	14,84	34,3	37,9	260,0	65,0	1,67
Та-24	159,2	11,1	33,4	21,0	200,5	99,8	1,69
<b>Би-6</b>	<b>194,7</b>	<b>17,8</b>	<b>30,8</b>	<b>15,8</b>	<b>220,3</b>	<b>160,5</b>	–
Би-38	130,2	15,78	35,28	27,1	96,0	183,0	2,71
Би-54	163,5	15,8	38,8	23,7	209,9	100,5	1,31
13–37	141,7	11,04	29,22	20,6	183,1	101,5	2,53
Диаметр							
Ку-6	2,4	0,5	0,9	35,4	3,2	1,5	2,56
Ку- 19	5,0	1,3	3,2	65,0	9,3	2,1	–0,27
Ку – 37	2,0	0,3	0,8	40,0	3,2	1,1	3,41
Ку-39	3,7	0,3	0,4	9,7	16,3	3,4	1,18
Че-57	2,9	0,3	0,9	29,7	4,7	1,9	2,23
Шу-11	3,7	0,46	1,04	39,4	6,3	1,4	–1,10
Та-24	3,8	0,2	0,7	18,9	4,6	2,6	1,10
<b>Би-6</b>	<b>4,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>27,2</b>	<b>5,9</b>	<b>3,4</b>	–
Би-54	3,6	0,4	0,9	25,2	4,9	2,2	1,24
13–37	8,7	0,29	0,77	8,9	9,8	7,8	5,54
Коллекция «Метеостанция»							
Высота							
4–73	95,2	15,6	27,0	28,4	114,2	64,3	2,81
4–127	108,0	13,6	30,3	28,1	160	80,0	0,11
5–35	150,8	13,4	26,8	17,8	180	116,0	0,09
5–48	94,6	4,0	5,7	6,0	98,6	90,6	4,23
6–23	107,1	12,49	49,98	46,7	232,0	43,0	2,51
6–36	130,9	9,5	30,1	23,0	166	73,5	1,19
6–56	101,4	14,3	24,8	24,4	118,7	73,0	2,64
8–10	145,6	14,05	42,16	29,0	220,0	90,0	0,36

1	2	3	4	5	6	7	8
8–25	104,6	7,7	15,4	14,7	120,9	84,5	3,15
<b>8–33</b>	<b>152,5</b>	<b>13,09</b>	<b>43,42</b>	<b>28,5</b>	<b>226,0</b>	<b>90,0</b>	–
8–69	98,0	57,0	80,6	82,3	155	41	0,93
Диаметр							
4–73	2,8	0,6	1,1	38,3	3,9	1,8	–0,26
4–127	2,1	0,4	0,9	42,4	3,7	1,5	0,78
<b>5–35</b>	<b>2,6</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>40,6</b>	<b>3,9</b>	<b>1,6</b>	–
5–48	2,4	0,1	0,1	5,9	2,5	2,3	0,39
6–23	1,8	0,26	0,70	39,1	3,0	1,0	1,42
6–36	3,1	0,3	0,9	28,9	4,6	1,7	–0,86
6–56	1,9	0,03	0,1	3,0	2	1,9	1,40
8–10	4,7	0,85	2,55	54,6	10	1,5	2,13
8–25	2,6	0,3	0,6	24,0	3,2	1,9	0
8–69	2,1	1,1	1,6	74,1	4,1	2,1	0,41

Примечание:  $t_{05} = 2,23$

На основе наблюдений за ростом полусибсового потомства можно отметить наличие возрастной корреляции между высотой в 8-летнем биологическом возрасте и в 13–16-летнем. Отмечено, что находясь в фазе индивидуального роста, опытные варианты сохраняют высокий полиморфизм по приросту в высоту и диаметру стволика. Отселектированы перспективные семьи, отличающиеся наиболее интенсивным ростом в высоту.

### Список источников

1. Братилова Н. П., Орешенко С. А. Отбор ценных биотипов сосны кедровой сибирской по показателям их семенного потомства // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск : СибГТУ, 2009. С. 10–13.

2. Изменчивость и отбор 42–45-летних деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения (зеленая зона г. Красноярска): монография / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, С. А. Орешенко, А. М. Пастухова. Красноярск : СибГТУ, 2013. 133 с.

3. Данченко А. М., Бех И. А. Первичный отбор полусибсов кедра на разлагающихся экологических фонах // Проблемы экологии Томской области. Томск, 1992. С. 74–76.

4. Данченко А. М., Кабанов С. А. Оценка роста полусибсового потомства сосны кедровой сибирской в открытом грунте и теплице // Хвойные бореальной зоны, 2007. № 2–3. С. 174–178.

5. Егоров М. Н. Испытание потомства как одна из ключевых проблем в генетике и селекции древесных пород (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Лесной вестник. 2002. № 5. С. 37–43.

6. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Водин А. В. Изменчивость плюсовых деревьев кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и их потомства в условиях юга Средней Сибири: монография. Красноярск : СибГТУ, 1999. 128 с.

7. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Изменчивость полусибсов кедра сибирского в плантационных культурах Западно-Саянского ОПХ // Ботанические исследования в Сибири. 2008. С. 115–118.

8. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Братилова Н. П. Проявление изменчивости кедра сибирского на разных этапах онтогенеза // Современные проблемы науки и образования. 2006. № 2. С. 52–53.

## ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ IN VITRO *HYPERICUM PERFORATUM L.*

Елена Геннадьевна Мартюшова<sup>1</sup>, Павел Александрович Мартюшов<sup>2</sup>,  
Анастасия Николаевна Марковская<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> martyushovaeg@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> martyushovpa@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> markovskayaan@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum L.*) – ценное лекарственное сырье для фармакологической промышленности. В статье описан метод in vitro для микроклонального размножения *Hypericum perforatum L.* В процессе прямого органогенеза получены растения – регенеранты.

**Ключевые слова:** in vitro, *Hypericum perforatum L.*, фитогормоны, питательная среда, растения-регенеранты

Scientific article

## INTRODUCTION TO IN VITRO CULTURE OF *HYPERICUM PERFORATUM L.*

Elena G. Martyushova<sup>1</sup>, Pavel A. Martyushov<sup>2</sup>, Anastasia N. Markovskaya<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> martyushovaeg@m.usfeu.ru.ru

<sup>2</sup> martyushovpa@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> markovskayaan@m.usfeu.ru

**Abstract.** St. John's wort (*Hypericum perforatum L.*) is a valuable medicinal raw material for the pharmacological industry. An in vitro method for microclonal reproduction of *Hypericum perforatum L.* is described in the article. Regenerating plants were obtained in the process of direct organogenesis.

**Keywords:** in vitro, *Hypericum perforatum L.*, phytohormones, nutrient medium, regenerated plants

## **Введение**

В современной медицинской практике наблюдается устойчивое увеличение использования препаратов растительного происхождения для лечения и профилактики заболеваний. По данным ВОЗ, не менее 80 % населения планеты используют общепринятые медицинские средства, в основном состоящие из растительных экстрактов и биологически активных веществ. В РФ практически 40 % всего многообразия медицинских препаратов содержат в себе растительное лекарственное сырье [1].

Зверобой – лекарственное растение с многовековой историей. В медицинских целях использовался уже в Древней Греции. Наземная часть растения содержит до 140 мг витамина С, до 55 мг каротина, до 13 мг дубильных веществ, флавоноидные соединения, эфирное масло, никотиновую кислоту, антоциан [2]. Благодаря своему составу трава зверобоя внесена в фармакопеи России и многих европейских стран. Эффективность экстрактов зверобоя продырявленного (*H. Perforatum* L.) в терапии депрессий средней и легкой степени доказана клиническими испытаниями [6]. Помимо этого, экстракты *H. perforatum* L. имеют противовирусные, противораковые, антиоксидантные, нейропротекторные свойства [8], способствуют быстрому заживлению ран [10]. При ярко выраженных лечебных свойствах, экстракты *H. perforatum* L. не дают серьезных побочных негативных воздействий [9], это способствует увеличению спроса на фитопрепараты из зверобоя.

Несмотря на то что семена хорошо прорастают, всходы и молодые растения зверобоя растут медленно, в массе гибнут в первые недели жизни (Губанов, 2003). В ценозах встречается периодически, редко образуют куртины [1].

Современные методы вегетативного размножения *in vitro* позволяют ускоренными темпами в необходимом количестве получать качественный посадочный материал для дальнейшего плантационного выращивания в открытом грунте.

В настоящее время в России ведутся работы по введению зверобоя продырявленного в культуру *in vitro* семенами и проростками [3, 5].

## **Цель, методика и объекты исследования**

Объект исследования – зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), многолетнее травянистое растение семейства зверобоевых (Hypericaceae) [2].

Цель работы – изучение использования летних, вегетативных побегов зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) для введения в культуру *in vitro*. Получение микропобегов прямым органогенезом и адаптация растений-регенерантов к условиям *ex vitro*.

Работа проводилась в учебно-производственной лаборатории микрорепродуктивного размножения древесных и кустарниковых растений Уральского лесотехнического университета в 2022 г.

Для культивирования растений использовали питательную среду Мурашиге – Скуга (MS) [7] с использованием сахарозы, агара, хелата железа, витаминов группы В, с добавлением цитокининов (6-БАП) и ауксинов (ИМК) в разных концентрациях. Стерилизацию питательной среды, инструментов осуществляли по принятым рекомендациям [4].

Растения культивировались в условия 16-часового светового дня, с температурой +24 °С, относительной влажностью 60–70 %.

Опыты закладывали с трехкратной повторностью, по 20 эксплантов в каждой.

В качестве первичных эксплантов использовались сегменты летних, вегетативных побегов зверобоя продырявленного. Стерилизация проводилась в два этапа – предварительная и основная. Предварительная стерилизация была общей для обеих схем – сегменты побегов замачивали в синтетическом мыльном растворе, промывали проточной водой и стерильным дистиллятом.

В условиях ламинара-бокса использовали две схемы стерилизации:

Схема 1. Последовательно выдерживали в 96 %-ном этиловом спирте (1 мин), гипохлорите натрия 5–15 %-ном (10 мин), промывали стерильным дистиллятом.

Схема 2. Последовательно выдерживали в 96 %-ном этиловом спирте (1 мин), гипохлорите натрия 5–15 %-ном с добавлением тимерозала (0,025 г/л) (10 мин), промывали стерильным дистиллятом.

Для инициации использовали питательную среду по прописи Мурашиге-Скуга (MS) с добавлением 6-БАП 0,1 мл/л и ИМК 0,01мл/л. Через 14 дней экспланты пассировали на новую среду с увеличением концентрации 6-БАП до 0,5 мл/л, культивировали в течение 4 недель. Субкультивирование проводили 2 раза с длительностью пассажа 30 суток. Для индукции пролиферации побегов 6-БАП увеличили до 1,5 мл/л.

Ризогенез микрочеренков стимулировали добавлением в питательную среду MS 1 мл/л ИМК, цитокинины были полностью исключены.

## **Результаты**

Первые признаки роста отмечены на 5-е сутки. На 14-е сутки наблюдались побеги 1,5–2 см с 2 парами листьев.

В ходе эксперимента было установлено, что применение тимерозала в качестве усилителя стерилизатора значительно повышает стерильность эксплантов (таблица).

Количество стерильных эксплантов, полученных при применении разных схем стерилизации

Схема стерилизации	Количество эксплантов, шт.	Инфицированные экспланты %	Стерильные экспланты %
Схема 1 (гипохлорит натрия 5–15 %)	30	70	30
Схема 2 (гипохлорит натрия 5–15 % с добавлением тимерозала 0,025 г/л)	30	15	85

Цитокинин 6-БАП в количестве 1,5 мл/л подавил апикальное доминирование и стимулировал развитие боковых почек, в результате сформировались конгломераты укороченных побегов (рис. 1). Коэффициент размножения составил 1/40. Для элонгации побеги зверобоя пассировали на среде MS без гормонов.

Черенки для укоренения нарезали при достижении побегами длины в 5 см (рис. 2).

На среде MS с 1,0 ИМК формирование корневой системы было отмечено на 10–12-е сутки. На 21-е сутки растения пересажены в почво-грунт, содержащий 3 части почвенной смеси, 1 часть песка (рис. 3). Период адаптации к почвенным условиям составил 3 недели.

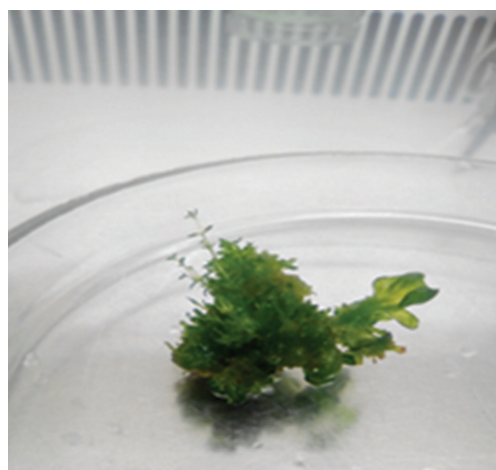


Рис. 1. Конгломерат укороченных побегов *H. Perforatum* L.

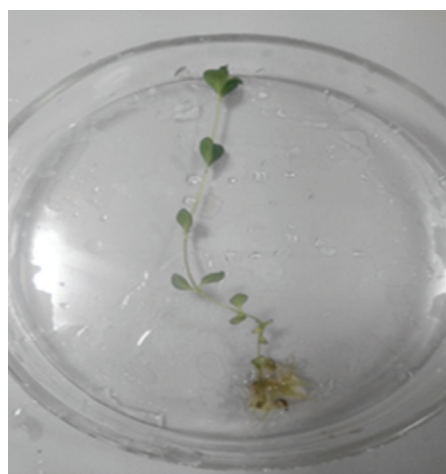


Рис. 2. Укорененный черенок *H. Perforatum* L.



Рис. 3. Растения, адаптированные к условиям ex vitro

## Выводы

Установлено, что летние вегетативные побеги *H. Perforatum* L. могут успешно служить материалом для введения в культуру *in vitro*.

Метод вегетативного размножения *in vitro* позволяет быстро получить большое количество растений-регенерантов *H. Perforatum* L.

На этапе собственно микроразмножения концентрация 6-БАП 1,5 мл/л стимулировала развитие максимально большого количества укороченных побегов.

Поскольку укороченные побеги для черенкования непригодны, им требуется пролонгация на среде, не содержащей гормонов.

## Список источников

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М. : ГУГК, 1983. 340 с.

2. 904. *Hypericum perforatum* L. Зверобой продырявленный // Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. М. : Товарищество науч. изд. КМК : Ин-т технол. исслед., 2003. Т. 2 : Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). С. 559. 666 с.

3. Гуликова А. А., Тихомирова Л. И., Кушнир Е. Ю. Особенности культивирования *in vitro* зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) и фитохимический состав его экстрактов // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : матер. XII всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Бийск, 22–24 мая 2019 г. Бийск : Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2019. С. 391–396.

4. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев : Наукова думка, 1980. 407 с.

5. Особенности размножения *Hypericum perforatum* L. в культуре *in vitro* и развитие растений в открытом грунте / Ж. Э. Михович, Э. Э. Эчишвили, Н. В. Портнягина., О. В. Скроцкая // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 4. С. 79–86.

6. Butterweck V., Petereit F., Winterhoff H. et al. Solubilized hypericin and pseudohypericin from *Hypericum perforatum* exert antidepressant activity in the forced swimming test // *Planta Medica*. 1998. Vol. 64, № 4. P. 291–294.

7. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 15 (3).



P. 473–497., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 15 (3). P. 473–497.

8. Silva R., Tilker H.A., Cecil J.T. et al. Open-label study of dexamethylphenidate hydrochloride in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder // *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*. 2004. Vol. 14. P. 555–556.

9. Trautmann-Sponsel R.D., Dienel A. Safety of Hypericum extract in mildly to moderately depressed outpatients – a review based on data from three randomized, placebo-controlled trials // *Journal of Affective Disorders*. 2004. Vol. 82. P. 303–307. DOI: 10.1016/j.jad.2003.12.017.

10. Topical Hypericum perforatum improves tissue regeneration in full-thickness excisional wounds in diabetic rat model / Yadollah-Damavandi S., Chavoshi-Nejad M., Jangholi E., Nekouyian N., Hosseini S., Seifae A. et al. // *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2015. Vol. 4. DOI: 10.1155/2015/245328.

Научная статья  
УДК 631.6:622.342

## ЛЕСОВОДСТВЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА ПОЛИГОНАХ ДОБЫЧИ РАССЫПНОГО ЗОЛОТА

**Александр Иванович Петров**

Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия  
PetrovAI2009@yandex.ru

**Аннотация.** Проанализированы направления рекультивации нарушенных земель при добыче рассыпного золота на Урале. Отмечается, что из широкого спектра направлений рекультивации наиболее приемлемым, экологически и экономически оправданным является лесохозяйственное направление создания лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

**Ключевые слова:** драгоценные металлы, нарушенные земли, рекультивация, лесные культуры, сосна обыкновенная

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания FEUZ–2021–0014 и FEUZ–2023–0023 Министерства образования и науки Российской Федерации.

Scientific article

## FORESTRY DIRECTION OF RECLAMATION AT PLACER GOLD MINING SITES

**Alexander I. Petrov**

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
PetrovAI2009@yandex.ru

**Abstract.** The directions of recultivation of disturbed lands during the extraction of placer gold in the Urals are analyzed. It is noted that out of a wide range of areas of reclamation the most acceptable environmentally and economically justified is the forestry direction of creating forest crops of scots pine (*Pinus sylvestris* L.).

**Keywords:** precious metals, disturbed lands, reclamation, forest crops, scots pine

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the state task FEUZ – 2021–0014 and FEUZ – 2023–0023 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

За многие десятилетия добычи полезных ископаемых на Урале накоплен значительный опыт рекультивации нарушенных земель [1–3], включая переработку добываемого сырья [4–7]. В ряде случаев нарушенные земли рекультивируются по сельскохозяйственному направлению [8]. Однако на Урале данное направление рекультивации применяется крайне редко. Последнее объясняется низким плодородием грунтов на рекультивируемых объектах, а также существенной каменистостью или щебнистостью. Кроме того, в составе рекультивируемых грунтов имеют место химические элементы, вредные для человека и животных, что исключает возможность использования указанных земель в сельском хозяйстве.

Определенный интерес представляет рыбохозяйственное направление. При данном направлении рекультивации выработанные карьеры заполняются водой, и в них либо разводится рыба, либо делаются зимовальные ямы для рыб. При значительной глубине и отсутствии органических остатков в виде донных отложений зимовальные ямы гарантируют отсутствие заморозов. Такое направление, в частности, применяется при рекультивации нарушенных земель, образовавшихся при добыче песка гидронамывным способом в непосредственной близости от озера. В данном случае для захода рыбы достаточно бывает соединить озеро, где добывается песок, с рекой.

Водохозяйственное направление так же, как и рыбохозяйственное, имеет свои особенности. Объекты водохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель связаны с наличием пониженных элементов рельефа, необходимостью строительства гидротехнических сооружений и востребованностью данных искусственных водоемов. Выполненные нами исследования свидетельствуют, что чаще всего водохозяйственное направление сочетается с другим (другими) видами и на практике создаются пожарные водоемы в наиболее пониженных частях нарушенных земель. При этом вокруг указанных водоемов рекультивация осуществляется другими способами. К водоемам предъявляются следующие требования: наличие подъездов и площадок для стоянки техники при заборе воды; наличие не менее 100 м<sup>3</sup> воды в самое жаркое время года.

Рекреационное направление рекультивации в настоящее время также имеет ограниченное распространение. Последнее объясняется отсутствием соответствующей инфраструктуры, а также труднодоступностью участков добычи таких полезных ископаемых, как рассыпное золото.

Значительные площади полигонов добычи драгоценных металлов находятся в поймах рек, где даже после прекращения добычи велика опасность эрозии грунтов и заиления рек. Последнее ставит под сомнение целесообразность оставления участков под естественную рекультивацию. Последнее подтверждается формированием естественно древесной растительности на других видах нарушенных земель [9].

Таким образом, природоохранное и санитарное-гигиеническое направление рекультивации чаще всего не приемлемо. Для исключения эрозии грунтов следует закреплять их созданием искусственных насаждений или посевом многолетних трав. На практике нередко данные мероприятия выполняются в комплексе.

Строительное направление рекультивации также перспективно. Однако далеко не всегда в местах добычи полезных ископаемых возникает необходимость в гражданском строительстве или создании объектов экономики.

Имеющийся опыт рекультивации свидетельствует, что наиболее перспективным направлением рекультивации является лесохозяйственное. При этом в качестве главной породы целесообразна сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Данная древесная порода мирится с бедностью субстрата и обеспечивает формирование высокопроизводительных насаждений на нарушенных землях.

Особо следует отметить, что из-за низкого плодородия субстрата живой напочвенный покров не оказывает существенного негативного влияния на рост лесных культур, что сокращает или исключает необходимость агротехнических уходов.

### **Выводы**

1. Полигоны добычи рассыпного золота требуют проведения рекультивационных работ.
2. Из существующих направлений рекультивации наиболее приемлемым является лесохозяйственное.
3. В качестве главной породы целесообразно использовать сосну обыкновенную, которая мирится с бедностью субстратов и обеспечивает формирование высокопроизводительных насаждений.
4. Лесохозяйственное направление рекультивации может сочетаться с рекреационным, природоохранным и санитарно-гигиеническим.

### **Список источников**

1. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов [и др.] // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22, № 12. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816–0395–2018–12–63–67.
2. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.

3. Накопление подроста на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Успехи современного естествознания. 2019. № 7. С. 21–25.

4. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев [и др.] // ИВУЗ. Лесной журнал. 2013. № 2. С. 66–73.

5. Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 6. С. 67–71. URL: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-67-71>

6. Залесов С. В., Бачурина А. В., Бачурина С. В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» и реакция их компонентов на проведение рубок обновления. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6620> (дата обращения: 15.06.2023).

7. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S. V. Zalesov, S. Ayan, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1): 7–14. DOI: 10/28955/alintevizbd. 696559 (дата обращения: 15.06.2023).

8. Осипенко Р. А., Зарипов Ю. В., Залесов С. В. Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства // Аграрный вестник Урала. 2021. № 5 (208). С. 40–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-40-54.

9. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Известия вузов Лесной журнал. 2021. № 5. С. 22–33.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАПОЧВЕННЫХ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ, СОЗДАНЫХ ПОД ЗАЩИТОЙ ИВЫ ОСТРОЛИСТНОЙ

А. А. Маленко<sup>1</sup>, М. А. Савин<sup>2</sup>, А. С. Чичкарев<sup>3</sup>,  
П. А. Савина<sup>4</sup>, К. Ф. Цаан<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия  
Автор, ответственный за переписку: Александр Анатольевич Маленко,  
malenko51@mail.ru

**Аннотация.** Приведены особенности формирования комплекса напочвенных лесных горючих материалов (НЛГМ) в искусственных сосняках сухой степи Алтайского края. Запас НЛГМ составил на возвышенности 12,9 т/га, в понижении – 13,5 т/га. По методике Н. П. Курбатского изучен фракционный состав лесной подстилки. В рядах сосны преобладают шишки, хвоя и кора сосны. Подстилочно-опадочный коэффициент 2,0–2,1. Рекомендуется применение опыта создания искусственных сосняков под защитой ивы остролистной в лесокультурном производстве Алтайского края.

**Ключевые слова:** ленточные боры, лесные пожары, лесная подстилка, лесные горючие материалы, пожароустойчивость

Scientific article

## SPATIAL STRUCTURE OF GROUND-BASED FOREST COMBUSTIBLE MATERIALS IN ARTIFICIAL PINE FORESTS OF THE ALTAI TERRITORY CREATED UNDER THE PROTECTION OF HOLLY WILLOW

Alexander A. Malenko<sup>1</sup>, Mikhail A. Savin<sup>2</sup>, Alexander S. Chichkarev<sup>3</sup>,  
Polina A. Savina<sup>4</sup>, Ksenia F. Caan<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia  
Corresponding author: Alexander A. Malenko,  
malenko51@mail.ru

**Abstract.** The features of the formation of a complex of ground forest combustible materials in artificial pine forests of the dry steppe of the Altai Territory are given. The supply of ground forest combustible materials was 12.9 t/ha at an elevation, 13.5 t/ha at a decrease. According to the method of N. P. Kurbatsky, the fractional composition of the forest litter

was studied, pine cones, needles and pine bark predominate in the pine rows. The litter-litter coefficient is 2.0–2.1. It is recommended to apply the experience of creating artificial pine forests under the protection of holly willow in the forestry production of the Altai Territory.

**Keywords:** belt burs, forest fires, forest litter, forest combustible materials, fire resistance

## **Введение**

Лесные пожары ежегодно наносят большой ущерб лесному хозяйству страны. Для сухих боров Алтайского края они представляют особую опасность в связи с сухостью климата, частыми и сильными ветрами, преобладанием чистых сосняков и участвовавшими в последние годы сухими грозами.

Важной лесоводственной задачей является формирование устойчивых к огню насаждений. Для решения этой проблемы необходима комплексная оценка пожароустойчивости созданных ранее лесных культур [1].

В смешанных искусственных древостоях запасы комплексов напочвенных лесных горючих материалов (НЛГМ) и их фракционный состав на разных участках насаждения отличаются. Отличается и пожароустойчивость полос хвойного и лиственного древостоев. Особый интерес представляют насаждения, представляющие собой чередование участков с хвойными, лиственными культурами и свободными от древесно-кустарниковой растительности. Примером таких насаждений являются опытно-производственные посадки, созданные В.Е. Смирновым в 1940 г. в Ракитовском лесничестве Алтайского края [2].

**Цель, объекты и методика исследования.** Основная цель работы – оценка особенностей формирования комплекса НЛГМ в искусственных сосняках сухой степи Алтайского края.

Объектом исследования служили опытно-производственные 76-летние культуры сосны, созданные под защитой ивы остролистной. Посадки расположены на территории лесного фонда Ракитовского лесничества Алтайского края в зоне сухой степи, отнесенного к Алтае-Новосибирскому району лесостепей и ленточных боров. Посадки создавались перпендикулярно господствующим ветрам по предварительно зашелюгованному участку (ширина полосы шелюги 8 м). В межкулисном пространстве 8-метровые полосы сосны чередовались с 5-метровыми участками необработанной почвы (целины) [2]. Пробные площади были заложены на вершине бугра и в междюнном понижении.

Исследования проводились по методу пробных площадей (ПП) с использованием общепринятых методик [3]. Запас и фракционный состав лесной подстилки определялся согласно методическим рекомендациям Н. П. Курбатского [4].

Учетные площадки для анализа лесной подстилки закладывались с помощью шаблона размером  $0,25 \times 0,20$  м по 30 площадок на каждой ПП. В камеральных условиях образцы НЛГМ высушивались до абсолютно сухого состояния при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , производилось разделение лесной подстилки на фракции и их взвешивание.

### Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемые насаждения произрастают в сухой степи, тип леса – сухой бор пологих всхолмлений (тип условий местопроизрастания – А1). Лесоводственно-таксационная характеристика указанных насаждений была приведена ранее [2].

При оценке пожароустойчивости сосновых насаждений по запасу лесных горючих материалов [5] можно охарактеризовать исследуемые насаждения как среднеустойчивые к пожарам древостой. Максимальный запас напочвенных горючих материалов (таблица) зафиксирован на возвышенности в рядах сосны –  $16,22$  т/га, в понижении немного меньше –  $15,62$  т/га. На возвышенности на полосах шелюги запас НЛГМ составил  $15,21$  т/га, а на открытых участках всего  $7,17$  т/га.

#### Характеристика напочвенных лесных горючих материалов

№ ПП	Возраст древо-стоя, лет	Запас, м <sup>3</sup>		Характеристика НЛГМ			
		расту-щих деревьев	сухо-стоя	Положение в насаж-дении	Мощность подстилки, см	Плотность подстилки, г/см <sup>3</sup>	Запас, т/га
Возвышенность							
1	76	198,6	3,22	под шелюгой	$0,85 \pm 0,12$	$0,204 \pm 0,03$	$15,21 \pm 7,84$
				под сосной	$1,24 \pm 0,09$	$0,133 \pm 0,01$	$16,22 \pm 8,32$
				целина	$0,62 \pm 0,08$	$0,125 \pm 0,01$	$7,17 \pm 1,84$
Пологое понижение							
2	76	293,12	0,59	под шелюгой	$1,00 \pm 0,18$	$0,138 \pm 0,01$	$12,21 \pm 7,55$
				под сосной	$1,69 \pm 0,08$	$0,093 \pm 0,01$	$15,62 \pm 6,10$
				целина	$1,54 \pm 0,24$	$0,099 \pm 0,02$	$12,58 \pm 6,50$



В пологом понижении существенной разницы между полосой шелюги и целины не выявлено, запас составил 12,21 и 12,58 т/га соответственно. Мощность подстилки на возвышенности меньше, а плотность выше, чем в понижении.

Фракционный состав НЛГМ, представленный в виде графиков на рис. 1 и 2, показывает преобладание мелких фракций (трухи) над опадом. Скорость разложения подстилки и долю участия в ней опада характеризует подстилочно-опадочный коэффициент (ПОК). На возвышенности ПОК составил 2,0, а в понижении – 2,1, что указывает на быстрое разложение подстилки, несмотря на сухие условия.

В рядах сосны опад сформирован преимущественно за счет шишек, хвои и коры. Наибольшие запасы большинства фракций расположены в рядах сосны, за исключением ветвей, которых больше на открытых участках, что связано с краевым эффектом. В полосах шелюги преобладает фракция ветвей, а листва отсутствует, поскольку ива давно отмерла. Травянистая растительность отсутствует, лишь на одной учетной площадке встретилась осочка приземистая.

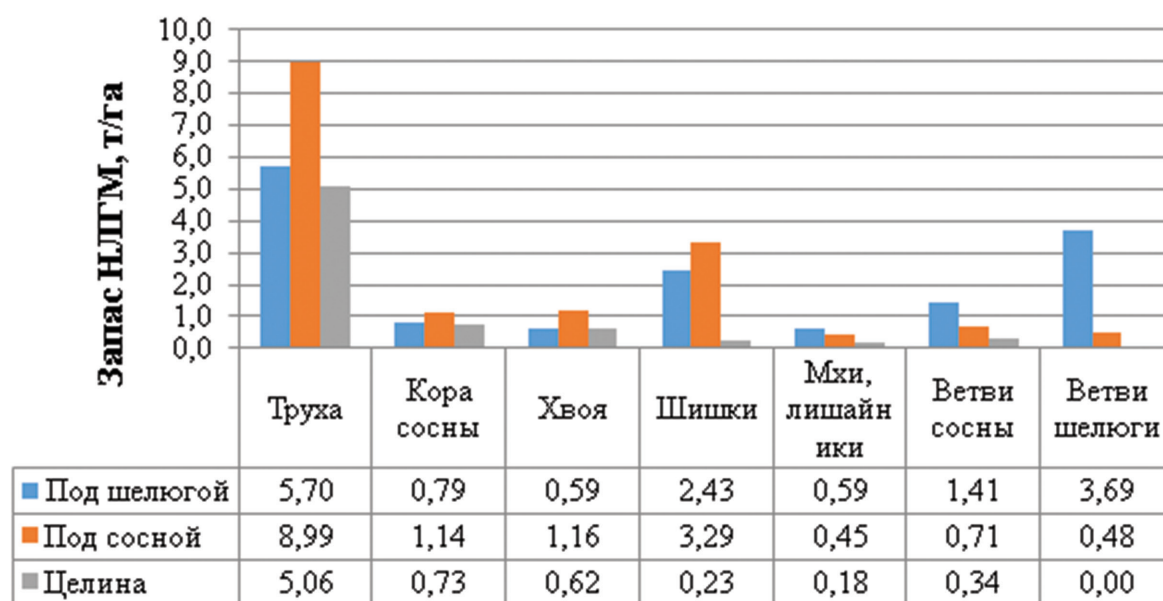


Рис. 1. Запас напочвенных лесных горючих материалов в разных частях насаждения, расположенного на возвышенности

Фракции НЛГМ играют различную пирологическую роль. Так, согласно классификации Н. П. Курбатского [4] и Ю. А. Михалева [6], в молодом возрасте наличие шелюги неоднозначно влияет на скорость пожарного созревания НЛГМ. Этот показатель летом снижается за счет молодой листвы, а весной – увеличивается, благодаря осеннему опаданию [7]. Доля участия

фракций ивы в составе НЛГМ составляет всего 10,8 % на возвышенности и 6,7 % в понижении от общего запаса. Горючие материалы, поддерживающие распространение напочвенного пожара (кора и шишки), определяют интенсивность пожара и составляют на возвышенности 6,9 % и 15,4 %, в понижении – 8,6 % и 17,3 % соответственно. В составе НЛГМ на долю крупных ветвей сосны (более 7 мм) приходится около 50 % от общего запаса ветвей, мелкие веточки (толщиной до 3 мм) вместе с хвоей и листвой являются объектами первоначального загорания, проводниками горения и влияют на интенсивность низового пожара. Мелкие веточки ивы отсутствуют в составе подстилки. Наличие более крупных ветвей способствует увеличению интенсивности развития низового пожара и длительности горения [8, 9].

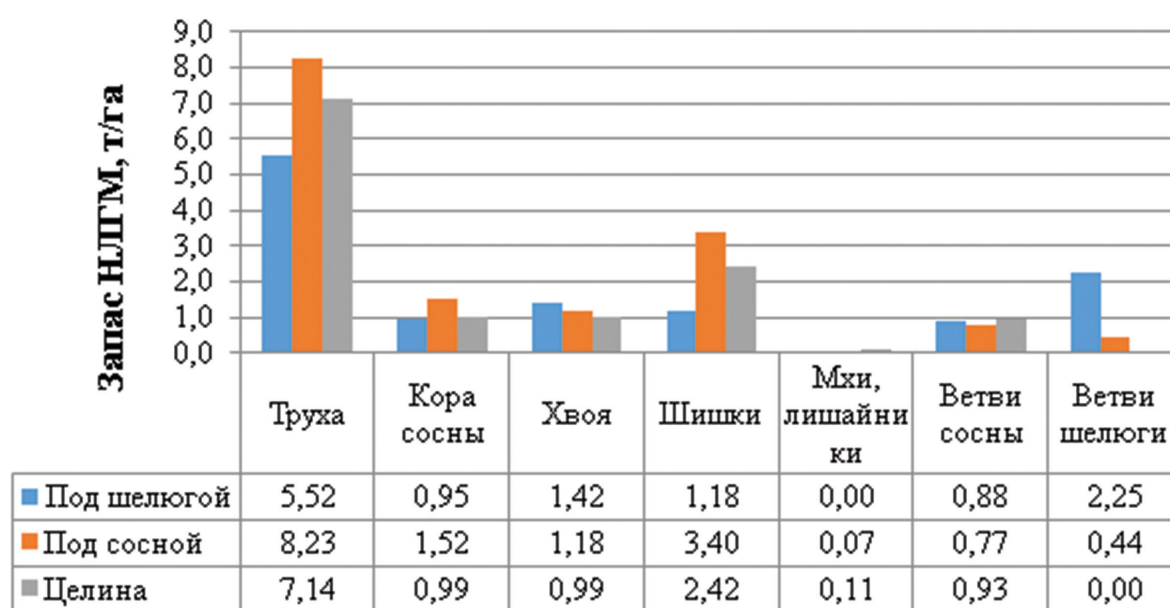


Рис. 2. Запас напочвенных лесных горючих материалов в разных частях насаждения, расположенного в понижении

Встречаемость отпада ивы составляет на возвышенности в полосах шелюги – 90 %, в крайних рядах сосны – 30 %, в понижении – 70 % и 10 % соответственно. Запас НЛГМ после отмирания шелюги увеличивается незначительно, что и не приводит к снижению пожароустойчивости насаждения.

**Заключение.** Приведенные в статье материалы позволяют учесть характер распределения различных фракций НЛГМ по территории насаждения, что следует иметь в виду при создании пожароустойчивых лесных культур, а также проведении лесохозяйственных мероприятий в ленточных борах, отличающихся повышенной горимостью.

## *Список источников*

1. Противопожарное обустройство лесов южной тайги, лесостепи Западной Сибири и Урала / Б.Е. Чижов, С.В. Залесов, Г.Г. Терехов [и др.] // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 13–33.
2. Влияние полос ивы остролистной на формирование соснового древостоя в сухой степи / М.А. Савин, А.А. Маленко, А.С. Чичкарев [и др.] // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения : сборник научных статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции ; под общей редакцией Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород : Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 39–42.
3. Методы изучения лесных сообществ. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
4. Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск : ИЛиД. 1970. С. 5–58.
5. Фуряев В.В., Злобина Л.П. Динамика запасов горючих материалов на минерализованных полосах в лиственно-сосновых молодняках // Лесн. хоз-во. 1995. № 6. С. 48–52.
6. Михалев Ю.А. Пирологическая классификация лесов Сибири // Вестник КрасГАУ. 2014. № 9. С. 125–132.
7. Оценка запаса напочвенных лесных горючих материалов в сосновом молодняке в засушливой степи / М.А. Савин, А.А. Маленко, С.В. Пономарев, Р.В. Дергунов // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции : в 2 кн., Барнаул, 15–16 февраля 2018 года. Книга 1. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2018. С. 402–403.
8. Савин М.А., Маленко А.А., Пономарев С.В. Оценка запаса напочвенных лесных горючих материалов в искусственных сосняках сухой степи // Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК : сборник статей II Российской (Национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 20 декабря 2019 года. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2019. С. 38–40.
9. Новокшенов И.В., Залесов С.В. Динамика лесных пожаров и запас напочвенных горючих материалов в лесах ГНПП «Бурабай» // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 9–1 (99). С. 41–45.

### *Информация об авторах*

Александр Анатольевич Маленко – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой лесного хозяйства,

malenko51@mail.ru;

Михаил Андреевич Савин – старший преподаватель кафедры лесного хозяйства,

savin@asau.ru;

Александр Сергеевич Чичкарев – ассистент кафедры лесного хозяйства, chichkarev94@mail.ru;

Полина Андреевна Савина – магистрант, savinapolina2001@mail.ru;

Ксения Федоровна Цаан – магистрант, k.caan@mail.ru

### *Information about the authors*

Alexander A. Malenko – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Forestry Department,

malenko51@mail.ru;

Mikhail A. Savin – senior lecturer of the Forestry Department,

savin@asau.ru;

Alexander S. Chichkarev – assistant of the Forestry Department, chichkarev94@mail.ru;

Polina A. Savina – master's student, savinapolina2001@mail.ru;

Ksenia F. Caan – master's student, k.caan@mail.ru

## АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Н. А. Бабич<sup>1</sup>, О. С. Залывская<sup>2</sup>, Ю. В. Александрова<sup>3</sup>, И. А. Попкова<sup>4</sup>,  
Н. П. Гаевский<sup>5</sup>, М. М. Андропова<sup>6</sup>, Е. Б. Карбасникова<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия

<sup>6</sup> Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения  
наказаний, Вологда, Россия

<sup>7</sup> Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
им. Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Сергеевна Залывская,  
o.zalvskaya@narfu.ru

**Аннотация.** Возрастающая роль социально-эстетического значения городских зеленых насаждений, особенно в период формирования жесткой урбанизированной среды обитания человека, инициирует развитие теоретических основ интродукции в северном направлении. Цель исследований – обобщение региональных особенностей интродукции видов дендрофлоры в условия Европейского Севера России.

Представлен алгоритм и региональная стратегия развития исследований интродукционного процесса видов дендрофлоры в условиях Севера. Выполнена исходная концептуальная схема постановки проблемы интродукционного испытания видов дендрофлоры в условиях Севера.

Предложена концептуальная схема постановки проблемы интродукционного испытания видов дендрофлоры в условиях Европейского Севера России. Выделены четыре стадии акклиматизации и три этапа натурализации.

Богатство видового разнообразия городской дендрофлоры новых для северных условий растений является хорошей селекционной базой дальнейших интродукционных испытаний и научной основой обоснования прогноза успешности ступенчатой интродукции многих ценных древесных и кустарниковых видов в северные широты.

**Ключевые слова:** ступенчатая интродукция, интродукционные испытания, дендрофлора, рабочая гипотеза.

## THE ASPECTS OF INTRODUCTION IN THE EUROPEAN NORTH

**Nikolay A. Babich<sup>1</sup>, Olga S. Zalivskaya<sup>2</sup>, Yulia V. Alexandrova<sup>3</sup>,  
Irina A. Popkova<sup>4</sup>, Nikolay P. Gaevsky<sup>5</sup>, Maria M. Andronova<sup>6</sup>,  
Elena B. Karbasnikova<sup>7</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov,  
Arkhangelsk, Russia

<sup>6</sup> Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service,  
Arkhangelsk, Russia

<sup>7</sup> Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin,  
Vologda, Russia

Corresponding author: Olga S. Zalivskaya,  
o.zalivskaya@narfu.ru

**Abstract.** The increasing role of the socio-aesthetic significance of urban green spaces, especially during the formation of a rigid urbanized human habitat, initiates the development of the theoretical foundations of introduction in the northern direction. The purpose of the research is to generalize the regional features of the introduction of dendroflora species in the conditions of the European North of Russia.

An algorithm and a regional strategy for the development of studies of the introduction process of dendroflora species in the conditions of the North are presented. The initial conceptual scheme of the problem of introduction testing of dendroflora species in the conditions of the North has been carried out.

The conceptual scheme of the problem of introduction testing of dendroflora species in the conditions of the European North of Russia is proposed. There are four stages of acclimatization and three stages of naturalization.

The richness of the species diversity of the urban dendroflora of plants new to northern conditions is a good breeding base for further introduction tests and a scientific basis for substantiating the forecast of the success of the step-by-step introduction of many valuable tree and shrub species to northern latitudes.

**Keywords:** stepwise introduction, introduction tests, dendroflora, working hypothesis

Возрастающая роль социально-эстетического значения городских зеленых насаждений, особенно в период формирования жесткой урбанизированной среды обитания человека, инициирует развитие теоретических основ ступенчатой интродукции в широтном северном направлении.

В пределах Европейского Севера (Архангельская, Вологодская области и Республика Коми) вопросами интродукции видов дендрофлоры занимается с 1934 г. один из старейших интродукционных центров на Севере (64°33'с. ш.

и 40°32' в. д.) – дендрарий (дендросад) Архангельского лесотехнического института (в настоящее время Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова).

В 1961 г. по инициативе академика И. С. Мелехова был организован дендрологический сад Института леса и лесохимии (64°33' с. ш. и 39°40' в. д.). В начале нового тысячелетия в дендросаду СевНИИЛХ произрастает 600 видов, разновидностей и сортов древесных растений различного географического происхождения (Европа, Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия, Северная Америка). Численность коллекции – 6722 растения [1].

Центром интродукционных испытаний видов дендрофлоры в условиях Республики Коми является дендрарий (62°12' с. ш. 54°09' в. д.) близ с. Выльгорт. Первые посевы семян древесных пород в дендрарии проведены в 1936 г. По данным М. М. Чарочкина, в коллекции станции насчитывалось 138 видов и разновидностей, в том числе 45 деревьев, 78 кустарников и 15 полукустарников. В настоящее время в дендрарии произрастает более 100 видов деревьев и кустарников, более 120 видов травянистых растений [2].

Определенный вклад в обогащение биоразнообразия местной дендрофлоры, в том числе и городской, вносит Ботанический сад Сыктывкарского государственного университета (61°38' с. ш. и 50°44' в. д.), заложенный в 1974 г. Его площадь 31,5 га. Территория сада представляет собой типичный участок водораздельных ландшафтов подзоны средней тайги. В настоящее время коллекция включает 258 видов сосудистых растений из 52 семейств [3].

После открытия в 1997 г. кафедры лесного хозяйства в ВГМХА в 1999 г. началась работа по созданию дендрологического сада на площади 12,5 га (59°16' с. ш. 39°40' в. д.). В настоящее время коллекция дендрария состоит из 260 видов растений.

Основными направлениями деятельности ботанических и дендрологических садов Европейского Севера России являются:

– ведение долгосрочных опытных и опытно-производственных работ в области интродукции;

– сохранение и пополнение имеющихся коллекций древесных растений. Введение в их состав редких и исчезающих видов местной флоры с целью сбережения их генофонда;

– разработка рекомендаций по озеленению городов, поселков Европейского Севера России;

– проведение просветительской работы в области ботаники, охраны природы, экологии, растениеводства и озеленения.

Развитие интродукции древесных и кустарниковых пород на Европейском Севере происходит по нескольким научным направлениям:

- поиск, селекция и интродукционные испытания лесных пород с хозяйственно-ценными свойствами лесопромышленного значения;
- интродукционные испытания пищевых и лекарственных видов дендрофлоры;
- исследование акклиматизации и натурализации высокодекоративных деревьев и кустарников в антропогенной среде.

Положительным моментом в стратегии научно-обоснованного развития интродукции в регионе является то, что за методологическую основу исследований приняты основополагающие программные труды следующих ученых: И. Н. Елагина [4], А. Л. Лыпы [5], Н. Е. Булыгина [6], В. Н. Нилова [7], И. И. Дроздова [8], Т. Б. Сродных [9], А. П. Царева [10].

Используя шкалу напряженности интродукционного стресса (таблица), можно объективно и доказательно дать оценку успешности акклиматизации и натурализации того или иного вида. Она является итогом обширных многолетних исследований интродукции не одной сотни видов дендрофлоры в северные условия Европейской части России.

#### Шкала напряженности интродукционного стресса видов дендрофлоры в северных условиях Европейской части Русской равнины

Балл стресса	Степень напряженности стресса	Признаки степени напряженности	Характерные виды
1	2	3	4
1	Пороговая	Отмечается полная биodeградация, растения погибают	Ракитник двуцветковый, жимолость золотистая, граб обыкновенный
2	Высокая	Деревья меняют жизненную форму. Обмерзает вся надземная часть. Не цветут и не плодоносят. Адаптационный стресс – реакция интродуцентов выражена достаточно хорошо	Боярышник алмаатинский, клен Траутветтера, каштан конский, форзиция европейская
3	Умеренная	Характерно уменьшение морфометрических показателей хвои (листьев), вегетативных и генеративных почек; переход растений в III класс высоты. Обмерзают двухлетние побеги. Растения цветут, но урожай не формируется	Пихта бальзамическая, дуб красный, малина нутканская, вишня сахалинская, форзиция промежуточная



1	2	3	4
4	Низкая	Наблюдается переход растений во II класс высоты, незначительное обмерзание однолетних побегов. Цветение и плодоношение, качество плодов и семян удовлетворительное. Растения сохраняют свою декоративность	Вяз гладкий, клен остролистный, липа мелколистная, магония падуболистная
5	Очень низкая	Растения обладают выраженной устойчивостью к воздействию интродукционных стрессов, успешно приживаются, растут и развиваются, вступают в репродуктивную фазу, сохраняют жизненную форму, характерную для естественного ареала произрастания, соответствуют цели интродукции	Сосна сибирская кедровая, тополь бальзамический, карагана древовидная, сирень венгерская, роза морщинистая

Наряду с проведением теоретических многоплановых исследований обоснования успешности интродукции видов дендрофлоры в северные природно-климатические условия считаем важным направлением развития интродукции разработку агротехники выращивания посадочного материала хозяйственно-ценных видов.

### *Список источников*

1. Демидова Н. А., Нилов В. Н. Интродукционное районирование европейского Северо-Востока России // Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». 2012. № 9 (128). Вып. 19. С. 36–44.
2. Чарочкин М. М. Экзоты на Севере // Бюлл. ГБС, 1960. Вып. 36. С. 29–37.
3. Новаковская Т. В. Естественная растительность ботанического сада Сыктывкарского государственного университета // Сборник научных трудов ГНБС. 2016. Т. 143. С. 133–139.
4. Елагин И. Н. Методика определения фенологических фаз у хвойных // Ботанический журнал. 1961. Т. 46, № 7. С. 984–992.
5. Лыпа А. Л. Методические и методологические предпосылки к проведению работ по ступенчатой акклиматизации растений // Бюлл. ГБС. 1965. Вып. 59. С. 3–8.

6. Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л. : ЛТА, 1979. 96 с.

7. Рекомендации по ассортименту древесных растений для озеленения городов и поселков Севера / Сост. В. Н. Нилов. Архангельск : АИЛ и Л, 1981. 20 с.

8. Дроздов И. И. Программа интродукции кедра сибирского в европейскую часть СССР. М. : ЛТИ, 1991. 56 с.

9. Сродных Т. Б. Состояние и концептуальные направления озеленения северных городов Западной Сибири: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2008. 42 с.

10. Царев А. П. Программа лесной селекции в России и за рубежом. М. : МГУЛ, 2013. 164 с.

### *Информация об авторах*

Николай Алексеевич Бабич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, n.babich@narfu.ru;

Ольга Сергеевна Залывская – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, o.zalyvskaya@narfu.ru;

Юлия Васильевна Александрова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, yu.aleksandrova@narfu.ru;

Ирина Андреевна Попкова – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая дендросадом, i.olupkina@narfu.ru;

Николай Петрович Гаевский – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, forest@narfu.ru;

Мария Михайловна Андронова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, mary1969@yandex.ru;

Елена Борисовна Карбасникова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, helen15@yandex.ru

### *Information about the authors*

Nikolay A. Babich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, n.babich@narfu.ru;

Olga S. Zalyvskaya – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, o.zalyvskaya@narfu.ru;

Yulia V. Alexandrova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, yu.aleksandrova@narfu.ru;

Irina A. Popkova – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the arboretum, i.olupkina@narfu.ru;

Nikolay P. Gaevsky – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
forest@narfu.ru;

Maria M. Andronova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,  
mary1969@yandex.ru;

Elena B. Karbasnikova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
helen15@yandex.ru

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ СИБИРСКОЙ  
(*PINUS SIBIRICA DU TOUR*)  
В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА  
АЛТАЕ-САЯНСКОГО ГОРНО-ТАЕЖНОГО РАЙОНА**

**Антон Максимович Громов<sup>1</sup>, Андрей Андреевич Григорьев<sup>2</sup>,  
Павел Александрович Моисеев<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> heytonny@yandex.ru

<sup>2</sup> grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> moiseev@ipae.uran.ru

**Аннотация.** Использование всех компонентов деревьев (древостоев) имеет колоссальное экономическое значение. Отходы древесины после проведения лесосечных работ (кора, хвоя, ветви) широко используются в целлюлозно-бумажной, сельскохозяйственной и химической промышленности. Немаловажной задачей является изучение биологической продуктивности лесов, так как именно показатель скорости накопления и запаса образования биологической продукции (биомассы) играет важнейшую роль в количестве поставляемого сырья на предприятия лесной промышленности. Изучение этого вопроса необходимо производить на региональном уровне, так как каждый субъект страны имеет свои географические, климатические и абиотические особенности. Особенно остро стоит вопрос в труднодоступных районах произрастания ценных древесных пород нашей страны.

**Цель исследования** – определение биологической продуктивности сосны сибирской (*Pinus sibirica Du Tour*) на верхнем пределе произрастания на территории Алтае-Саянского горно-таежного района, а именно на хребте Холодный белок.

**Ключевые слова:** фитомасса древостоя, сосна сибирская (*Pinus sibirica Du Tour*), Алтае-Саянский горно-таежный район, биологическая продуктивность

## **BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF SIBERIAN PINE (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) IN THE CONDITIONS OF THE UPPER BORDER OF THE FOREST OF ALTAI-SAYAN MOUNTAIN-TAIGA REGION**

**Anton M. Gromov<sup>1</sup>, Andrey A. Grigoriev<sup>2</sup>, Pavel A. Moiseev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> heytonny@yandex.ru

<sup>2</sup> grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> moiseev@ipae.uran.ru

**Abstract.** The use of all components of trees (stands) is of enormous economic importance. Wood waste after logging operations (bark, needles, branches) is widely used in the pulp and paper, agricultural and chemical industries. The study of biological productivity of forests is quite an important task, since it is the indicator of the rate of accumulation and the stock of formation of biological products (biomass) that plays a crucial role in the amount of raw materials supplied to the enterprises of the forest industry. The study of this issue should be carried out at the regional level, since each subject of the country has its own geographical, climatic and abiotic distinctive features. The issue is particularly acute in hard-to-reach areas where valuable tree species grow in our country.

The aim of the study is to determine the biological productivity of Siberian pine (*Pinus sibirica Du Tour*) at the upper limit of growth in the Altai–Sayan mountain taiga region, namely on the ridge of the Cold Protein.

**Keywords:** phytomass of the stand, Siberian pine (*Pinus sibirica Du Tour*), Altai-Sayan mountain-taiga region, biological productivity

Биологическая продуктивность – это скорость образования биологических продуктов на протяжении всего жизненного цикла. Принято измерять количеством биомассы, произведенным организмом, на единицу площади (т/га). С точки зрения биогеоценоза происходит накопление органического вещества, так называемой фитомассы.

Фитомасса является одним из основных показателей первичной биологической продуктивности. Она характеризует количественное (весовое) выражение отдельных частей растений и растения в целом. В исследовании производилось изучение именно древесных растений, так как именно они составляют большую часть растительной массы флоры (>95 % массы) [1].

Район исследований в пределах Алтае-Саянского горно-таежного района, гора Кохош (51°45–15′ с.ш. и 89°43–14′ в.д., 2524 м над ур. м), расположенные в пределах центральных возвышенностей горной цепи.

На склонах восточной экспозиции хребта Холодный белок, в переходной зоне лес – горная тундра, летом 2022 г. были заложены высотные профили. В пределах каждого профиля зафиксированы четыре высотных уровня (ВУ) (рис. 1).

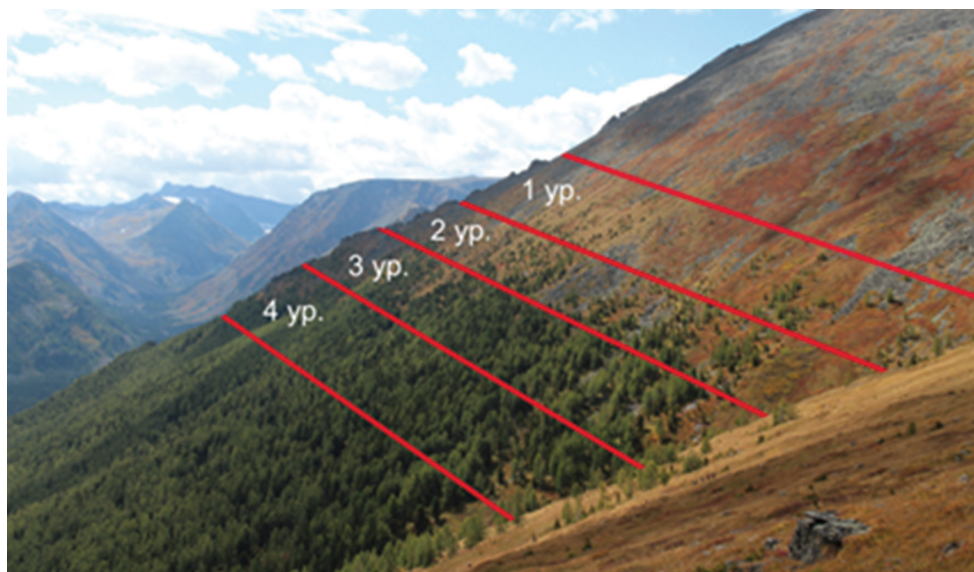


Рис. 1 Район заложения высотных профилей (Горный Алтай), хребет Холодный белок:

- (1 ур.) – представлен еденичными деревьями;
- (2 ур.) – у верхней границы редин, средний уровень;
- (3 ур.) – у границы редколесий, нижний уровень;
- (4 ур.) – у верхней границы сомкнутых лесов

На протяжении всех высотных уровней были заложены от 4 до 6 пробных площадок. Средняя площадь пробной площади составляет 200 м<sup>2</sup>. После заложения площадок были произведены работы по сбору количественных и качественных таксационных показателей по каждому дереву. Определялись: высота дерева, диаметр ствола у основания и на высоте груди (1,3 м), диаметр проекции кроны по двум направлениям, жизненное состояние дерева, или оценка жизнеспособности. Для определения возраста дерева, с помощью возрастного бурава, из деревьев, диаметром превышающих 3 см у основания, были извлечены буровые образцы древесины (керны). Для повышения контрастности годичных колец в качестве отбеливателя использовался зубной порошок. Чтобы определить ширину годичных колец, все образцы (керны) были измерены установкой LINTAB-VI (*Frank Rinn-Rinntech*, Германия). В измерении датировки самого ближнего к центру кольца использовалось программное обеспечение TSAP-3.0.

Для изучения структуры и запасов наземной фитомассы производился отбор модельных деревьев. Отбор происходил по ступеням толщины (шаг ступени 4 см) с предварительным определением размеров. Такой принцип

отбора наиболее подходящий для исследования зависимостей массы различных частей деревьев от их размерных показателей (диаметра, высоты и др.).

Так как программа исследования подразумевает определение общей надземной фитомассы и отдельных ее компонентов, то в учет принимались не только такие показатели, как диаметр у основания, на высоте груди и т. д., но и происходило разделение на составляющие фракции, а именно: ствол в коре, ветви, хвоя, корни и генеративные органы [2].

При дальнейшем исследовании диски проходили высушивание в сушильном шкафу (ШСП-0,25–100, Россия) при температуре 105 °С до постоянного веса. Это позволило определить содержание абсолютно сухой массы фракции ствола путем взвешивания в сырой навеске и после сушки.

Подводя итоги, можно сказать, что были отобраны и обработаны суммарно девять модельных деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb) и девять модельных деревьев сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) по изложенной ранее методике.

Как пример можно использовать наглядное представление зависимости общей надземной фитомассы стволов модельных деревьев от показателя ДН путем составления графической модели (рис. 2). Математико-статистическая обработка материалов производилась с помощью программы *Excel* для среды *MS Windows* [3].

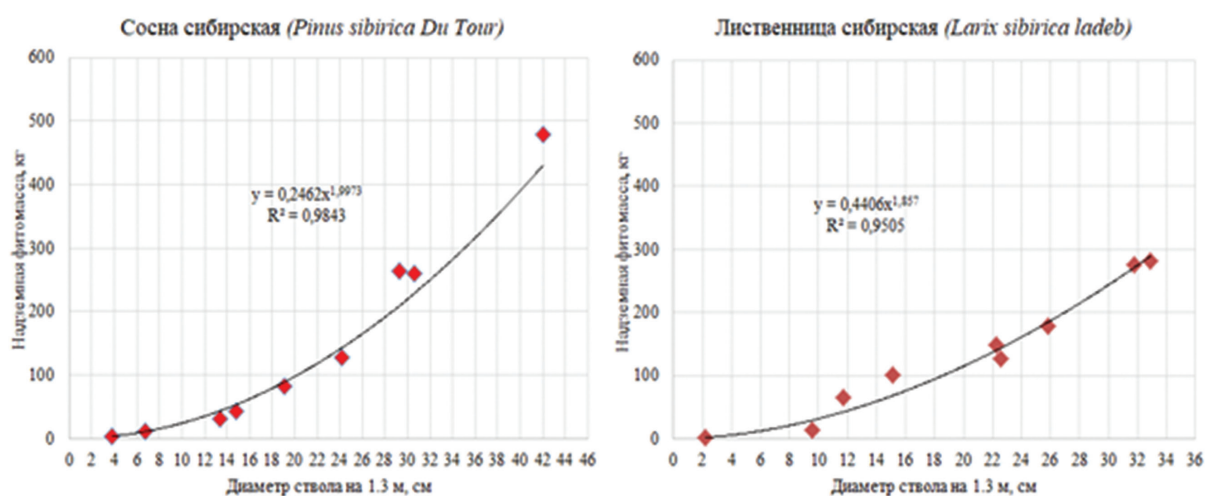


Рис. 2. Зависимость общей фитомассы стволов модельных деревьев от показателя ДН

Построенные графики (см. рис. 2) подтверждают нелинейность зависимостей и тем самым еще раз подтверждают правильность подбора функции. Разработанные уравнения корректны и приемлемы для дальнейшей оценки количества фитомассы на высотных уровнях.

Таксационная характеристика исследованных культур сосны обыкновенной представлена в табл. 1, результаты выполненных исследований – в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика древостоев на исследуемых профилях, разбитых на высотные уровни

Профиль и уровень	Экспозиция	Высота над ур. моря, м	Порода	Диаметр 1,3 м, см		Высота, м		Возраст, лет		Диаметр короны, м		Проективное покрытие кроны, м <sup>2</sup> /га	Отпад, шт./га	Плотность, шт./га	
				Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс			<1,5м	>1,5м
1_1	E	2290	Ls	12,5 ± 5,9	21,9	4,5 ± 1,9	7,0	68 ± 24	109	3,1 ± 0,9	4,7	646	7	1	73
1_1	E		Ps	5,8 ± 2,9	13,0	2,4 ± 0,7	3,7	28 ± 18	96	1,7 ± 0,5	2,9	500	33	470	191
1_2	E	2230	Ls	12,0 ± 7,3	27,1	7,4 ± 2,9	12,0	70 ± 20	105	4,2 ± 1,8	6,4	2643	0	0	176
1_2	E		Ps	7,4 ± 5,2	22,0	3,6 ± 1,5	7,3	38 ± 22	116	2,0 ± 0,9	5,7	1046	33	154	529
1_3	E	2170	Ls	12,9 ± 7,7	31,5	9,7 ± 3,2	15,0	70 ± 19	127	5,8 ± 1,6	8,6	6585	0	0	264
1_3	E		Ps	12,7 ± 8,2	34,1	5,5 ± 2,7	13,0	48 ± 18	104	2,8 ± 1,3	6,1	3001	11	55	760
1_4	E	2110	Ls	25,9 ± 11,4	50,6	16,7 ± 3,7	24,7	104 ± 30	203	5,8 ± 1,9	10,0	13502	121	0	539
1_4	E		Ps	15,3 ± 8,8	42,0	9,8 ± 4,5	20,9	91 ± 19	137	3,4 ± 1,5	6,8	7610	143	0	881

Примечание. Ls – Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb); Ps – Сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), E – ель восточной экспозиции.



Таблица 2

Общие запасы фитомассы по видам на различных высотных уровнях (ВУ) исследуемых профилей, т/га

ВУ	Наземная фитомасса, т/га										Фитомасса хвоя, т/га				Фитомасса корней, т/га		
	Всего		В том числе						Ps	Ls	итого	Ps	Ls	итого	Ps	Ls	итого
	Ps	Ls	Стволов, т/га		Крон, т/га		Ps	Ls									
			Ps	Ls	Ps	Ls			Ps	Ls	итого						
Горный Алтай, хр. Холодный белок																	
1	31,4	88,6	120,0	8,0	33,5	41,5	9,6	17,5	27,1	2,2	3,8	6,0	11,6	33,8	45,4		
2	162,5	55,9	218,4	44,9	23,0	67,9	52,5	9,6	62,1	9,8	1,7	11,5	55,3	21,6	76,9		
3	151,5	190,2	341,7	42,3	68,6	110,9	49,1	54,1	103,2	7,5	7,3	14,8	52,6	60,2	112,8		
4	460,8	506,4	967,2	131,9	172,5	304,4	147,1	162,2	309,3	20,5	21,1	41,6	161,3	150,6	311,9		

Примечание. Ls – Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb), Ps – Сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour).

На горном Алтае, на хребте Холодный белок, общая фитомасса древостоев на четвертом уровне (967,2 т/га) более чем в 8 раз выше, чем на первом высотном уровне (120,0 т/га). При этом на Холодном белке переход от среднего уровня к верхнему более агрессивный, чем при переходе от нижнего к среднему уровню [4].

При формировании общей надземной фитомассы древостоев главную роль принимает именно лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb). Ее процентное распределение колеблется на горном Алтае (хребет Холодный белок) от 73,3 % (на первом высотном уровне) до 52,3 %.

По результатам расчетов фракционного состава фитомассы древостоев можно сказать, что преобладают в основном стволы, ветви и корни. Так как именно эти структурные части имеют свойство больше всего накапливать органическое вещество, то можно с уверенностью сказать, что с повышением возраста дерева повышается его удельный вес в общей фитомассе. Накопление общей фитомассы и структурных частей напрямую зависит от биологических особенностей каждого представленного вида.

У сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на первом высотном уровне доля фитомассы корней составляет 35,5 %, а на четвертом – 27,2 %. Это говорит о том, что корневая система становится обширней, занимает главенствующую роль на верхнем пределе произрастания.

Результаты исследований могут быть использованы при проведении лесного мониторинга и осуществлении экологических программ, при создании базы данных о фитомассе лесов, а также в лесном ресурсоведении. Полученные данные целесообразно использовать при расчетах углеродного бюджета лесных экосистем и составлении энергетического баланса лесных сообществ.

### **Список источников**

1. Усольцев В. А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург : УрО РАН, 2007. 636 с.
2. Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. С. 192.
3. Нагимов З. Я., Коростелев И. В., Шевелина И. Ф. Таксация леса : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. С. 300.
4. Феклистов П. А., Евдокимов В. Н., Барзут В. М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. Архангельск : АГТУ, 1997. 140 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЗАПАСА УГЛЕРОДА В ДРЕВОСТОЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ (БАС)

Валерий Владимирович Фомин<sup>1</sup>, Владимир Евгеньевич Рогачев<sup>2</sup>,  
Егор Михайлович Агапитов<sup>3</sup>, Лев Евгеньевич Рогачев<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> fominvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> rogatsheow@mail.ru

<sup>3</sup> 2010\_egor.a@mail.ru

<sup>4</sup> rogachevle@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Развитие современных беспилотных авиационных систем (БАС) и технологий обработки, анализа и представления данных открывают возможности для создания автоматизированных решений в области оценки содержания углерода в лесных экосистемах на основе данных дистанционного зондирования БАС. В работе показаны результаты оценки запаса углерода на участках «Урал-Карбона» на основе данных обработки аэроснимков беспилотного летательного аппарата и наземных измерений деревьев на круговых пробных площадях с использованием аллометрических уравнений. Проведенные исследования позволили получить количественные данные о содержании углерода в древостоях пробных площадей карбонового полигона Свердловской области. Содержание углерода в древостоях пробных площадей варьирует от 217 до 517 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. Вклад в общую фитомассу древостоев деревьев, которые можно распознать на аэроснимках, составляет в среднем 83 %.

**Ключевые слова:** депонирование углерода, карбоновый научно-исследовательский полигон, геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственных заданий FEUZ-2021-0014 и FEUZ-2023-0023 Министерства образования и науки Российской Федерации.

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR AUTOMATED ASSESSMENT OF CARBON STOCK IN STANDS USING UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS (UAS)

Valery V. Fomin<sup>1</sup>, Vladimir E. Rogachev<sup>2</sup>, Egor M. Agapitov<sup>3</sup>,  
Lev E. Rogachev<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> fominvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> rogatsheow@mail.ru

<sup>3</sup> 2010\_egor.a@mail.ru

<sup>4</sup> rogachevle@m.usfeu.ru

**Abstract.** The development of modern unmanned aircraft systems (UAS) and technologies of data processing, analysis and presentation open up opportunities for creating automated solutions in the field of carbon content assessment in forest ecosystems based on UAS remote sensing data. The paper shows the results of estimating the carbon stock in the monitoring polygon „Ural-Carbon“ based on data aerial photographs analysis and ground measurements of trees on circular forest plots using allometric equations. The conducted studies allowed us to get quantitative data of the carbon content in the tree stands in forest plots: the carbon content varies from 217 to 517 tons of CO<sub>2</sub> equivalent. The contribution to the total biomass of trees that can be recognized on aerial photographs close to 83 % of total biomass of all trees of tree stands on the plots.

**Keywords:** carbon deposition, carbon monitoring polygon, geoinformation systems, unmanned aircraft systems

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUZ-2021-0014 and FEUZ-2023-0023.

Лесным экосистемам отводится важная роль в регулировании углеродного баланса атмосферы [1]. В декабре 2015 г. в Париже на климатическом саммите ООН 196 стран подписали соглашение о сокращении выбросов углекислого газа [2]. В России принят Федеральный закон № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» [3]. В начале 2021 г. под эгидой Министерства науки и высшего образования создана сеть карбоновых полигонов для исследования эмиссии и поглощения парниковых газов в природных экосистемах.

Одной из задач научно-исследовательского проекта «Урал-Карбон» является создание технологий оценки запаса углерода с использованием данных дистанционного зондирования.

Цель работы – получить количественные оценки величины углерода в древостоях пробных площадей с использованием данных дистанционного зондирования, полученных при помощи беспилотного летательного аппарата и наземных измерений на пробных площадях на участках карбонового полигона Свердловской области «Урал-Карбон».

### Объекты и методика исследований

Для выполнения работы была проведена аэрофотосъемка с использованием беспилотных летательных аппаратов; заложены круговые пробные площади постоянного радиуса 13,82 м (4 на участке «Урал-Карбон (Коуровка)» и 10 – на «Урал-Карбон (Северка)») [4], на которых проведены измерения биометрических характеристик деревьев, образующих древостой.

При закладке круговых пробных площадей использовали GPS-приемник *Garmin Etrex-10* (*Garmin Inc, Switzerland, Schaffhausen*) для определения центра пробной площади, буссоль *Suunto KB-14/360R* (*Suunto Inc., Finland, Vantaa*) для определения угла, измеряемого из центра круговой пробной площади (ПП) от направления на север до луча, направленного на каждое дерево в пределах ПП, ультразвуковой дальномер *Vertex 5 360°* (*Haglöf Sweden AB, Sweden, Långsele*) для определения расстояния до дерева и высоты дерева. Для определения протяженности горизонтальной проекции крон в двух взаимно перпендикулярных направлениях использовали мерную ленту. Аэрофотосъемку выполняли при помощи беспилотного летательного аппарата *Mavic Air 2* (*DJI Inc., Китай, Шэньчжэнь*).

Сшивку изображений и создание ортофотопланов выполняли с использованием программного обеспечения *Agisoft Metashape* (*Agisoft LLC, Россия, Санкт-Петербург*). Математико-статистическую обработку данных выполняли в среде R (*The R Foundation, Austria, Vienna*) с использованием библиотек *MASS*, *corrplot*, *ggstatsplot*, *GGally*, *dplyr*, *ggplot2*.

Количество углерода в пуле биомассы древостоя оценивали с использованием уравнения (1), приведенного в методических указаниях министерства природных ресурсов и экологии РФ по количественному определению объема поглощения парниковых газов от 30.06.2017 № 20-р [5]:

$$C_{\text{биомасса}} = 0,5 \sum (a (D_i^2 H_i) b), \quad (1)$$

где  $C_{\text{биомасса}}$  – углерод в биомассе древостоя, кг абсолютно сухого веса;

0,5 – коэффициент пересчета биомассы в углеродные единицы;

$D_i$  – диаметр ствола  $i$  на высоте 1,3 м, см;

$H_i$  – высота дерева  $i$ , м;

$a$  и  $b$  – коэффициенты аллометрического уравнения для разных фракций и древесных пород (приведены в табл. 2 в Приложении № 2 к Методическим указаниям (2017)).

Для количественной оценки фитомассы растущего дерева на пробных площадях использовали уравнение (2) [6], устанавливающее взаимосвязь фитомассы фракции дерева в абсолютно сухом весе в кг и биометрическими параметрами деревьев, следующего вида:

$$\ln P_j = a_0 + a_1 \ln H + a_2 \ln D_{cr}, \quad (2)$$

где  $P_j$  – фракция фитомассы дерева;

$\ln$  – натуральный логарифм;

$D$  – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см;

$H$  – высота дерева, м;

$D_{cr}$  – диаметр кроны дерева, м;

$a_0$ ,  $a_1$  и  $a_2$  – коэффициенты уравнений для каждой фракции, приведенные в работах Усольцева и соавторов [6].

$P_i$  – фитомасса в абсолютно сухом состоянии стволов с корой, скелета ветвей, хвои (листвы), надземной части и корней (соответственно  $P_{st}$ ,  $P_{br}$ ,  $P_f$ ,  $P_a$  и  $P_r$ ).

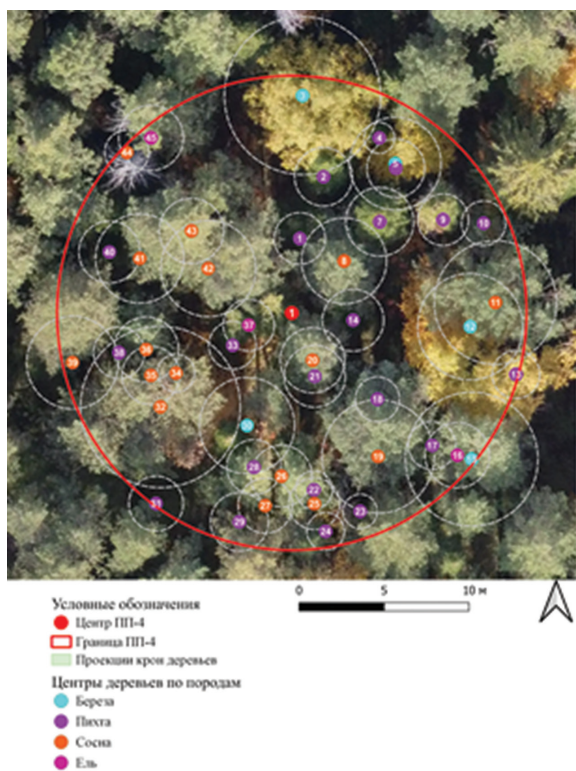
Для получения значений фитомассы по уравнению (2) необходимо провести потенцирование полученных по уравнениям величин натурального логарифма фракции фитомассы.

При использовании трансконтинентальных аллометрических моделей (2) фракционной структуры фитомассы деревьев по уравнению возможен расчет надземной и подземной фитомассы для основных лесобразующих древесных пород, произрастающих на участках полигона «Урал-Карбон (Коуровка)» и «Урал-Карбон (Северка)», за исключением осины. Поэтому подземную часть фитомассы деревьев осины оценивали путем умножения фитомассы надземной части на значения коэффициента для данной древесной породы – 0,25 [7].

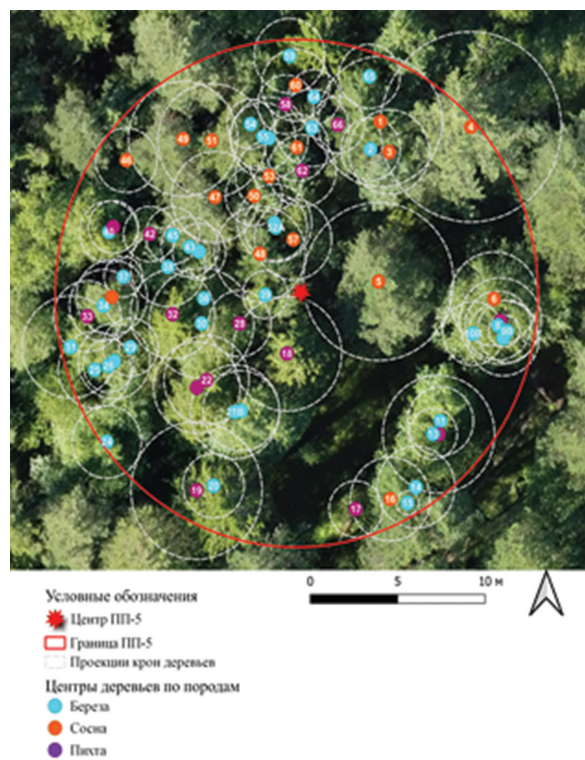
Значения общей фитомассы (биомассы) дерева получали путем сложения величины надземной и подземной ее частей. Для получения количества углерода в общей биомассе дерева умножали величину общей биомассы на 0,5. Для расчета значений углеродных единиц полученную величину углерода умножали на величины 44/12.

На участке «Урал-Карбон (Северка)» заложено 16 пробных площадей, из которых на трех пробных площадях в составе древостоя преобладает ель, на двух – лиственница, а на 11 – сосна.

На участке «Урал-Карбон (Коуровка)» заложено четыре пробные площади, на двух из них в составе преобладает сосна, на двух других – ель (рисунок).



*a*



*б*

Картосхемы, составленные на основе использования ортофотопланов и данных наземных измерений на пробных площадях № 4 на участке «Урал-Карбон (Коуровка)» (*a*) и № 5 на участке «Урал-Карбон (Северка)» (*б*)

### Результаты и обсуждение

При картировании территории полигона и распознавании древесных пород на снимках пробных площадей получены следующие данные: процент распознанных деревьев на снимке выше 48 % и в среднем составляет 63 %. Вклад в общую фитомассу древостоя распознанных деревьев больше или равен 66 % и в среднем составляет 83 %.

Для каждой пробной площади был проведен расчет величины депонирования углерода деревьями, которые были успешно распознаны на аэроснимках.

В пересчете на 1 гектар лесные насаждения круговых пробных площадей задепонировали от 217 до 517 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. Предлагаемый подход для оценки фитомассы и соответственно запаса углерода в лесном насаждении позволяет учесть каждое дерево, формирующее верхний полог лесного насаждения.

Результаты корреляционного анализа данных, полученных в ходе наземных измерений биометрических параметров деревьев, а также результатов обработки снимков беспилотного летательного аппарата, свидетельствуют о том, что для сосны значения коэффициента корреляции между площадью

кроны дерева ( $S_{cim}$ ) и диаметром ствола на высоте 1,3 м ( $D_{bh}$ ) для участка «Урал-Карбон (Северка)» равен 0,766, а для участка «Урал-Карбон (Коуровка)» – 0,818. Величины коэффициента корреляции между площадью кроны дерева ( $S_{cim}$ ) и значением надземной фитомассы ( $P_{ab}$ ), оцененной по уравнению (1), для данных участков равны 0,737 и 0,803, а для уравнения (2) – 0,801 и 0,823 соответственно.

Для ели значения коэффициента корреляции между  $S_{cim}$  и  $D_{bh}$  для участков «Урал-Карбон (Северка)» и «Урал-Карбон (Коуровка)» равны 0,598 и 0,793 соответственно. Величины данного коэффициента для надземной фитомассы ( $P_{ab}$ ), фитомассы корней ( $P_r$ ) и общей фитомассы ( $P_t$ ), рассчитанной по уравнению (1), лежат в диапазонах 0,716–0,722 для участка «Урал-Карбон (Северка)» и 0,877–0,881 для участка «Урал-Карбон (Коуровка)». Для этих же фракций фитомассы, оцененных по уравнению (2), величины коэффициента лежат в диапазонах 0,629–0,633 и 0,822–0,830 для «Урал-Карбон (Северка)» и «Урал-Карбон (Коуровка)» соответственно.

Для березы величины коэффициента корреляции между  $S_{cim}$  и  $D_{bh}$  для участков «Урал-Карбон (Северка)» и «Урал-Карбон (Коуровка)» равны 0,656 и 0,743 соответственно. Коэффициент корреляции между  $S_{cim}$  и  $P_t$  (1) для этих участков составляет 0,693 и 0,676, а для  $S_{cim}$  и  $P_t$  (2) – 0,609–0,794.

На пробных площадях на участке «Урал-Карбон (Северка)» произрастает небольшое количество деревьев пихты. Из-за малого объема выборки значения коэффициентов между анализируемыми параметрами корреляции не соответствуют требуемому при проведении научных исследований уровню значимости. Для участка «Урал-Карбон (Коуровка)» величины коэффициента корреляции между  $S_{cim}$  и  $D_{bh}$ ,  $S_{cim}$  и  $P_t$  (2) равны 0,589 и 0,672 соответственно.

На участке «Урал-Карбон (Коуровка)» малый объем выборки по лиственнице также не позволяет получить значения коэффициентов корреляции между параметрами, приведенными выше на требуемом уровне значимости. Для участка «Урал-Карбон (Северка)» для лиственницы значения коэффициента корреляции между площадью кроны дерева и  $D_{bh}$ , а также  $P_t$  (2) равны 0,773 и 0,763 соответственно.

Значение коэффициента корреляции между  $S_{cim}$  и высотой дерева ( $H$ ), как правило, для деревьев на участке «Урал-Карбон (Северка)» для лиственницы равно 0,688, для березы и ели – 0,539 и 0,604 соответственно. Для сосны и ели величины коэффициента корреляции для данного участка меньше 0,4.

Для участка «Урал-Карбон (Коуровка)» величины коэффициента корреляции между  $S_{cim}$  и  $H$  для ели и пихты равны 0,578 и 0,624 соответственно, а для сосны и березы – статистически не значимы.



Таким образом, проведенные исследования позволили получить данные для расчета фитомассы каждого дерева, отображенного на аэроснимках.

Значения площади крон деревьев, полученных с использованием беспилотного летательного аппарата, могут быть использованы в качестве одного из ключевых входных параметров для расчета фитомассы каждого дерева, отображенного на снимке.

Возможность использования лидарной съемки с использованием беспилотного летательного аппарата позволит улучшить качество оценки фитомассы и величины депонирования углерода деревьями как за счет более глубокого сканирования древостоя и возможности оценки деревьев, которые находятся под основным пологом древостоя, так и получения количественной оценки высоты каждого дерева. Использование мультиспектральной камеры позволит улучшить распознавание деревьев разного породного состава.

### *Список источников*

1. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1997. 27 с.

2. Парижское соглашение согласно Рамочной конвенции об изменении климата. ООН, 2015. 32 с.

3. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

4. Фомин В. В., Залесов С. В., Платонов Е. П. Лесоклиматические научно-исследовательские проекты Уральского государственного лесотехнического университета // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства: материалы научно-практической конференции: материалы. Воронеж. 2021. С. 384–389.

5. Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов от 30.06.2017 № 20-р // Официальный интернет-портал правовой информации «Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456079177> (дата обращения: 14.05.2023).

6. Аллометрические модели фитомассы деревьев для лазерного зондирования и наземной таксации углеродного пула в лесах Евразии: сравнительный анализ / В. А. Усольцев, В. П. Часовских, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 68–76.

7. Усольцев В. А., Цепордей И. С., Норицин Д. В. Аллометрические модели биомассы деревьев лесообразующих пород Урала // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 4–14.

## ОЦЕНКА ФИТОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ ЛИШАЙНИКОВЫХ НА ОСНОВЕ ВЫСОТЫ МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВОГО ЯРУСА

Зуфар Ягфарович Нагимов<sup>1</sup>, Ирина Николаевна Артемьева<sup>2</sup>,  
Валерий Зуфарович Нагимов<sup>3</sup>, Ирина Владимировна Шевелина<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> nagimovzy@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> ain88@yandex.ru

<sup>3</sup> nagimov-v@mail.ru

<sup>4</sup> shevelinaiv@m.usfeu.ru

*Аннотация.* В статье приводится обоснование высоты мохово-лишайникового яруса как показателя для оценки массы живого напочвенного покрова (ЖНП) в сосняках лишайниковых ХМАО-Югры. Установлено, что изменчивость этого показателя в среднем оценивается как повышенная (коэффициент вариации составляет 23,7 %). Для определения средней высоты этого яруса с точностью 5 % необходимо в случайном порядке произвести около 25 измерений высоты. Выявлена тесная связь массы ЖНП с высотой мохово-лишайникового яруса ( $R^2 = 0,888$ ), которая описывается полиномиальным уравнением.

*Ключевые слова:* ХМАО-Югра, сосняки лишайниковые, высота мохово-лишайникового яруса, фитомасса ЖНП

Scientific article

## ASSESSMENT OF THE PHYTOMASS OF LIVING GROUND COVER IN LICHEN PINE FORESTS BASED ON THE HEIGHT OF THE MOSS-LICHEN LAYER

Zufar Ya. Nagimov<sup>1</sup>, Irina N. Artemyeva<sup>2</sup>, Valery Z. Nagimov<sup>3</sup>, Irina V. Shevelina<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> nagimovzy@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> ain88@yandex.ru

<sup>3</sup> nagimov-v@mail.ru

<sup>4</sup> shevelinaiv@m.usfeu.ru

*Abstract.* The article provides a rationale for the height of the moss-lichen layer as an indicator for assessing the phytomass of living ground cover (LFG) in lichen pine forests of KhMAO-Yugra. It was found that the variability of this indicator is estimated as elevated

on average (coefficient of variation is 23.7 %). To determine the average height of this tier with an accuracy of 5 %, about 25 height measurements should be made at random. A close dependence of the phytomass of LPN on the height of the moss-lichen cover ( $R^2 = 0.888$ ), which is described by the polynomial equation, was revealed.

**Keywords:** KhMAO-Yugra, lichen pine forests, height of moss-lichen layer, phytomass of LNP

Важнейшей составляющей современных научных работ по оценке баланса углерода в лесных насаждениях является определение фитомассы всех их составных компонентов. Это связано с тем, что фитомасса является результатом биогеоэкологических функций растительных сообществ, в частности аккумулярованного углерода [1]. Известно, что в некоторых экосистемах весомый вклад в продукционный процесс и накопление органической массы вносят растения нижних ярусов, в частности живой напочвенный покров. К таким экосистемам, безусловно, следует отнести сосняки лишайниковые [2–4].

Для оперативной и эффективной оценки фитомассы ЖНП необходимы корректные нормативы. В лишайниковых сосняках с учетом специфики пространственного распределения ЖНП (сплошной, достаточно однородный ковер, состоящий в основном из лишайников) в этих нормативах в качестве одного из определяющих факторов может выступить высота мохово-лишайникового покрова. В этой связи для обоснования данного предположения и разработки методики определения массы мохово-лишайникового яруса и ЖНП в целом с учетом данного показателя важной задачей является оценка его изменчивости.

Экспериментальный материал для данной работы был собран на 22 пробных площадях (ПП), заложенных для комплексной оценки надземной фитомассы сосняков лишайниковых на территории ХМАО-Югры. Характеристики ЖНП, в том числе высота мохово-лишайникового яруса, определялись на квадратных учетных площадках (УП) стороной 0,5 м. Они в пределах ПП размещались вдоль трансект, ориентированных по ее диагоналям, через равные расстояния. На каждой ПП с помощью специально изготовленного шаблона закладывались от 10 и более УП. На УП в пяти пунктах (на середине и по углам) мерной линейкой измерялась высота яруса мхов и лишайников. Из пяти замеров высоты вычислялось среднее значение данного показателя. После этой процедуры осуществлялось полное срезание растительности ЖНП и определение ее массы с точностью 0,1 г при помощи электронных весов.

В наших исследованиях оперирование высотой покрова мхов и лишайников (без учета кустарничков) объясняется тем, что она, во-первых,

на ПП устанавливается объективнее и точнее, чем высота ЖНП с учетом кустарничков (брусники, водяники и багульника), во-вторых, доля фитомассы этого яруса в общей фитомассе ЖНП составляет в среднем около 90,0 % [5].

Соответствующие расчеты и статистический анализ собранных на ПП данных выполнялись в среде статистико-графической системы *STATISTICA 10.0*. Для каждой ПП был сформирован статистический ряд распределения высоты мохово-лишайникового яруса. По каждому ряду устанавливались основные статистические характеристики: максимальная, минимальная и средняя величины высоты яруса мхов и лишайников, ошибка средней величины, коэффициент изменчивости исследуемого показателя и точность опыта. Они представлены в таблице.

Статистические параметры распределения высоты  
мохово-лишайникового покрова на ПП

№ ПП	Минимальное значение, см	Максимальное значение, см	Среднее значение, см	Коэффициент изменчивости, %	Точность опыта, %
1	3,6	6,1	4,9 ± 0,14	20,4	2,9
2	3,1	5,2	4,2 ± 0,22	16,9	5,2
3	2,5	4,2	3,3 ± 0,10	20,6	3,6
4	1,8	2,8	2,3 ± 0,10	14,3	4,3
5	5,5	9,2	7,5 ± 0,19	17,5	2,5
6	2,4	5,3	3,4 ± 0,25	25,5	7,4
7	2,1	6,1	3,9 ± 0,23	26,5	5,9
8	1,2	6,2	3,7 ± 0,51	43,5	13,7
9	2,8	6,7	4,7 ± 0,43	28,7	9,1
10	2,6	4,3	3,5 ± 0,19	16,9	5,4
11	3,5	8,6	6,0 ± 0,51	27,1	8,5
12	5,0	9,5	7,1 ± 0,48	21,3	6,8
13	1,2	2,9	2,1 ± 0,19	29,1	9,0
14	1,0	2,8	1,7 ± 0,21	39,6	12,4
15	1,8	4,4	2,8 ± 0,30	33,5	10,7
16	1,6	4,0	2,9 ± 0,28	30,2	9,7
17	2,3	4,2	3,4 ± 0,18	16,8	5,3
18	4,7	5,8	5,3 ± 0,12	6,9	2,2
19	3,4	5,6	4,6 ± 0,12	17,8	2,6
20	2,4	6,6	4,1 ± 0,44	34,2	10,7
21	1,4	2,2	1,8 ± 0,08	14,6	4,4
22	5,9	10,0	7,4 ± 0,46	19,6	6,2

На основе анализа данных таблицы можно констатировать, что объем выборки (количество измерений высоты мохово-лишайникового яруса) обеспечивает вполне корректные результаты. Точность проведенных исследований несколько отличается по ПП, изменяясь в диапазоне от 2,2 до 13,7 %. На 18 ПП из 22 ошибки средней величины не выходят за пределы 10 %.

Средняя высота яруса мхов и лишайников достаточно существенно различается по ПП и варьирует в пределах от 1,7 до 7,5 см. Достоверность ее значений на всех исследуемых объектах доказывается на 5 %-ном уровне значимости ( $t_{\text{факт.}} > t_{0,05}$ ). Значения критерия  $t_{0,05}$  устанавливались стандартным приемом по таблице Стьюдента [6].

В таблице по каждой ПП приведены также сведения о максимальных и минимальных величинах высоты мохово-лишайникового яруса, установленных на заложенных УП. Так же как и средняя высота, эти характеристики яруса заметно различаются по ПП. Такое положение связано с тем, что развитие яруса мхов и лишайников в значительной степени определяется таксационной структурой насаждений (возрастом, классом бонитета, полнотой и т.д.), а также давностью лесного пожара. А ПП различаются как по таксационным показателям насаждений, так и по давности пожара.

Коэффициент изменчивости высоты яруса мхов и лишайников на исследуемых объектах характеризуется разными величинами. По ПП этот показатель варьирует от 6,9 до 43,5 %. В лесоводственно-биологических и таксационных работах для оценки степени вариации характеристик изучаемых объектов, как правило, пользуются эмпирической шкалой уровней изменчивости количественных признаков растений С.А. Мамаева [7]. На основе сравнения полученных значений коэффициента вариации высоты рассматриваемого яруса с данными указанной выше шкалы установлено: изменчивость данной характеристики на одной ПП соответствует очень низкому уровню (меньше 7 % по шкале), еще на одной – очень высокому (более 40 %), на восьми – среднему (от 13 до 20 %), на девяти – повышенному (от 21 до 30 %) и на трех – высокому (от 31 до 40 %). Среднее значение коэффициента изменчивости высоты яруса мхов и лишайников по всем заложенным ПП составляет 23,7 %. По указанной выше шкале изменчивость показателя при таком коэффициенте оценивается как повышенная.

При выборочных методах оценки растительных сообществ первоочередной задачей является установление необходимого количества наблюдений (измерений), обеспечивающего заданную точность получения конечных результатов с определенной достоверностью. По полученным нами материалам (см. таблицу) можно корректно выполнить процедуру определения минимального числа замеров высоты мохово-лишайникового яруса для вычисления ее среднего значения с той или иной точностью. Известно, что

при простом случайном отборе необходимое количество наблюдений (измерений) вычисляется по уравнению

$$N = (V \cdot t / P)^2, \quad (1)$$

где  $N$  – необходимое число наблюдений (измерений);

$V$  – коэффициент варьирования изучаемого показателя, %;

$t$  – доверительный критерий, принимающий значения 1, 2, 3 соответственно, вероятностям 0,67, 0,95 и 0,99;

$P$  – планируемая точность конечного результата, %.

Уравнение (1) обеспечивает корректные результаты также при организации стратифицированной и систематической выборок [8].

Результаты проведенных нами расчетов показывают, что для достижения 10 %-ной точности определения средней высоты яруса мхов и лишайников с вероятностью 0,95 на исследуемом объекте (ПП) следует в случайном порядке провести не менее 23 замеров этого показателя:

$$N = (23,7 \cdot 2 / 10)^2 = 22,5.$$

10 %-ная точность определения высоты данного яруса с вероятностью 0,67 (принятой при проведении лесоводственных и лесотаксационных исследований) обеспечивается уже при шести замерах. Не менее 23 замеров высоты яруса необходимо выполнить для установления ее среднего значения с 5 %-ной точностью при вероятности 0,67. Таким образом, устойчивые, корректные результаты при определении средней высоты яруса мхов и лишайников достигаются при формировании выборки, состоящей из не менее 23 замеров высоты данного показателя. Выборка такого объема обеспечивает учет всех основных особенностей и характеристик генеральной совокупности.

Связь массы ЖНП (мхов, лишайников и кустарничков) в свежесрезанном состоянии с высотой мохово-лишайникового яруса по данным УП передается уравнением:

$$F = 2,180H^2 + 58,344H + 11,502 \quad R^2 = 0,888, \quad (2)$$

где  $F$  – фитомасса свежесрезанного ЖНП, г;

$H$  – высота яруса мхов и лишайников, см.

Значение коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,888$ ) свидетельствует об адекватности уравнения (2) экспериментальным данным и тесной связи массы свежесрезанного ЖНП с высотой мохово-лишайникового яруса. Данное обстоятельство открывает возможность оценки фитомассы ЖНП на ПП (единице площади) на основе средней высоты яруса мхов и лишайников.

В целом, приведенные материалы дают основание считать среднюю высоту мохово-лишайникового яруса технологичным показателем при оценке

массы ЖНП в лишайниковых сосняках. Использование ее при оценочных работах позволит получить необходимую информацию при значительно меньших временных и трудовых затратах. При этом для определения средней высоты этого яруса с точностью 5 % и вероятностью 0,67 необходимо в случайном порядке произвести всего около 25 замеров высоты.

### ***Список источников***

1. Дылис Н. В., Карпов В. Г., Цельникер Ю. Л. Изучение высшей растительности как компонента биогеоценоза // Программа и методика биогеоценологических исследований. М. : Наука, 1974. С. 68–109.

2. Кошурникова Н. Н. Продукция мохового яруса в темно-хвойных лесах Кеть-Чулымского междуречья // Лесоведение. 2008. № 3. С. 70–75.

3. Загидуллина А. Т. Пространственная структура, динамика и продуктивность лишайнико-зеленомошных сосняков (Карельский лесной район): автореф. дис. ... канд. биолог. наук / Загидуллина Асия Тагировна. СПб., 2021. 21 с.

4. Усольцев В. А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург : УрО РАН, 2010. 570 с.

5. Видовой состав и запасы живого напочвенного покрова в сосняках лишайниковых ХМАО-Югры / З. Я. Нагимов, И. Н. Артемьева, И. В. Шевелина, В. З. Нагимов // Леса России и хозяйство в них. 2022. Вып. 1 (80). С. 48–57.

6. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. 3-е изд., испр. Минск : Вышэйш. шк., 1973. 320 с.

7. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1973. 284 с.

8. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загребев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко [и др.]. М. : Колос, 1992. 495 с.

## ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ ШАРТАШСКОГО ЛЕСНОГО ПАРКА Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Марина Александровна Иванова<sup>1</sup>, Анна Андреевна Яковлева<sup>2</sup>,  
Шорена Элгуджевна Микеладзе<sup>3</sup>, Наталья Павловна Бунькова<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> iivanoova\_marina@mail.ru

<sup>2</sup> yakovlevaaa@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shorena210@mail.ru

<sup>4</sup> bunkovanp@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В статье приведен сравнительный анализ динамики надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) в сосняках ягодникового и разнотравного типов леса. Исследования проводились на семи постоянных пробных площадях (ППП), заложенных Н. П. Буньковой в условиях лесного парка Шарташ. Динамика приведена за 16-летний период (2006, 2016 и 2022 гг.). Полученные данные свидетельствуют о том, что надземная фитомасса живого напочвенного покрова уменьшается и увеличивается под воздействием рекреационного воздействия.

**Ключевые слова:** живой напочвенный покров, надземная фитомасса, лесной парк, динамика, сосняк разнотравный, сосняк ягодниковый, рекреационное воздействие

Scientific article

## DYNAMICS OF PHYTOMASS OF LIVING GROUND COVER IN THE CONDITIONS OF THE SHARTASHSKY FOREST PARK OF YEKATERINBURG

Marina A. Ivanova<sup>1</sup>, Anna A. Yakovleva<sup>2</sup>, Shorena E. Mikeladze<sup>3</sup>, Natalia P. Bunkova<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> iivanoova\_marina@mail.ru

<sup>2</sup> yakovlevaaa@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shorena210@mail.ru

<sup>4</sup> bunkovanp@m.usfeu.ru

**Abstract.** This article presents a comparative analysis of the dynamics of aboveground phytomass of living ground cover in pine forests of berry and mixed-grass forest types. The research was carried out on seven permanent test areas laid down by N. P. Bunkova in the conditions of the Shartash Forest Park. The dynamics is given for a sixteen-year period



(2006, 2016 and 2022). The data obtained indicate that the aboveground phytomass of living ground cover decreases and increases under the influence of antropogenic factors.

**Keywords:** living ground cover, aboveground phytomass, forest park, dynamics, mixed-grass pine forest, berry pine forest, recreational load

Шарташский лесной парк г. Екатеринбурга является излюбленным местом отдыха горожан. Активное посещение парка можно объяснить тем, что в нем находится озеро для купания, множество баз отдыха, площадки для спорта. Также лесной парк подходит для пеших, лыжных и велосипедных прогулок. Повышенное антропогенное воздействие оказывает отрицательное влияние на состояние лесного парка. В первую очередь страдает нижний ярус растительности – ЖНП. Он подвержен прямому негативному влиянию рекреационной деятельности лесного парка.

Отдельные исследования авторов по живому напочвенному покрову свидетельствуют, что он, наравне с древесной породой, является главным индикатором формирования типа леса [1]. В частности, существенные изменения ЖНП происходят под влиянием вытаптывания, рубок и огня [2]. В значительной степени надземная фитомасса ЖНП определяет пожарную опасность, величину отпада, хозяйственную важность вида как лекарственного сырья и ягод [3].

Исследования проводились на семи заложённых ППП в сосняках ягодникового и разнотравного типов леса. Главный показатель исследования – надземная фитомасса ЖНП.

По методике сбор укосов производился в активный вегетационный период роста и развития растений – во вторую декаду июля. Учетные площадки (УП) закладывались по диагонали в количестве 20 шт. на каждой пробной площади. Размер УП – 0,5 × 0,5 м. Растения, находящиеся в границах учетной площадки, срезались на одном уровне с поверхностью почвы, точнее под корень. На следующем этапе срезанные растения помещали в крафтовые пакеты с указанием ППП и номером УП. Далее растения взвешивали отдельно по видам с точностью до 0,01 г в свежем и высушенном состоянии. Высушивали растения до постоянной массы в сушильных шкафах при температуре 100 °С [4, 5]. Все виды ЖНП разделялись по ценотипам: лесные, луговые, лесолуговые, лесные и луговые синантропы [6].

В ходе работы получена динамика живого напочвенного покрова за 16-летний период на заложённых ППП, количество произрастающих видов и их принадлежность к группам ценотипов, а также их надземная фитомасса.

В таблице представлены данные о динамике надземной фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии на примере трех заложённых ППП в условиях сосняка разнотравного на территории Шарташского лесного парка.

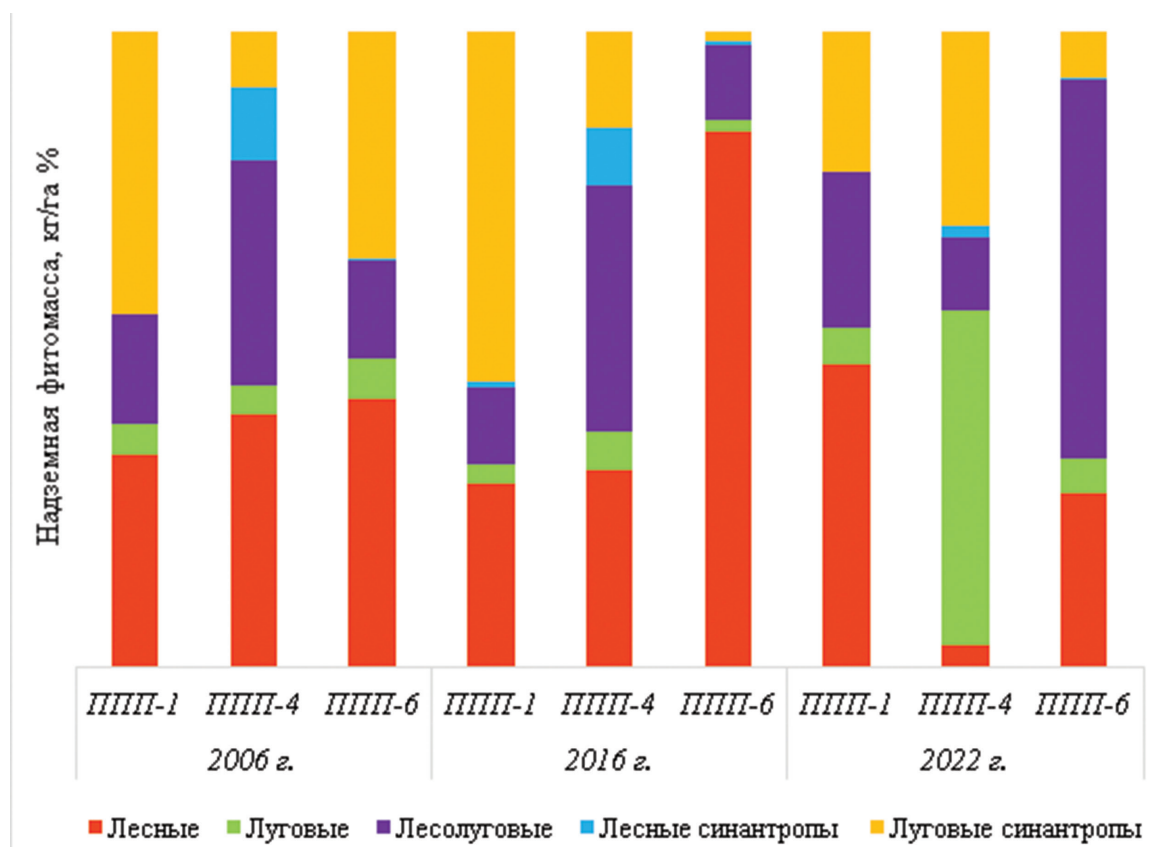
Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии  
на ППП Шарташского лесного парка по годам

Показатели	№ ППП / 2006			№ ППП / 2016			№ ППП / 2022		
	1	4	6	1	4	6	1	4	6
Лесные									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{13}{48,00}$	$\frac{6}{31,00}$	$\frac{7}{41,16}$	$\frac{11}{46,00}$	$\frac{6}{32,00}$	$\frac{12}{70,00}$	$\frac{4}{24,00}$	$\frac{2}{13,00}$	$\frac{9}{53,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{6,42}{35,43}$	$\frac{6,16}{39,82}$	$\frac{5,36}{42,31}$	$\frac{4,71}{29,00}$	$\frac{3,02}{31,00}$	$\frac{14,45}{92,00}$	$\frac{8,71}{42,43}$	$\frac{0,70}{3,45}$	$\frac{1,90}{27,32}$
Луговые									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{2}{7,00}$	$\frac{3}{16,00}$	$\frac{2}{11,77}$	$\frac{5}{21,00}$	$\frac{3}{16,00}$	$\frac{2}{12,00}$	$\frac{3}{18,00}$	$\frac{4}{25,00}$	$\frac{2}{12,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{0,97}{5,36}$	$\frac{0,7}{4,62}$	$\frac{0,81}{6,40}$	$\frac{0,6}{3,00}$	$\frac{0,64}{6,00}$	$\frac{0,20}{1,00}$	$\frac{1,02}{5,02}$	$\frac{10,76}{52,72}$	$\frac{0,39}{5,55}$
Лесолуговые									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{4}{15,00}$	$\frac{3}{16,00}$	$\frac{3}{17,65}$	$\frac{2}{8,00}$	$\frac{2}{10,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{4}{25,00}$	$\frac{1}{6,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{2,19}{18,08}$	$\frac{5,47}{35,49}$	$\frac{1,95}{15,37}$	$\frac{1,88}{12,00}$	$\frac{3,92}{39,00}$	$\frac{0,89}{6,00}$	$\frac{4,49}{21,87}$	$\frac{2,36}{11,54}$	$\frac{4,15}{59,72}$
Луговые синантропы									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{7}{26,00}$	$\frac{4}{21,00}$	$\frac{3}{17,60}$	$\frac{4}{17,00}$	$\frac{7}{37,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{8}{46,00}$	$\frac{5}{31,00}$	$\frac{4}{24,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{8,52}{47,02}$	$\frac{1,36}{8,79}$	$\frac{4,5}{35,52}$	$\frac{8,84}{55,00}$	$\frac{1,51}{15,00}$	$\frac{0,14}{0,80}$	$\frac{4,03}{19,60}$	$\frac{6,20}{30,37}$	$\frac{0,51}{7,27}$
Лесные синантропы									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{1}{4,00}$	$\frac{3}{16,00}$	$\frac{2}{11,77}$	$\frac{2}{8,00}$	$\frac{1}{5,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{1}{6,00}$	$\frac{1}{6,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{0,02}{0,11}$	$\frac{1,73}{11,28}$	$\frac{0,05}{0,40}$	$\frac{0,12}{1,00}$	$\frac{0,87}{9,00}$	$\frac{0,04}{0,20}$	$\frac{0,01}{0,05}$	$\frac{0,39}{1,89}$	$\frac{0,01}{0,13}$
Всего									
Количество видов, шт./Га/%	$\frac{27}{100,00}$	$\frac{19}{100,00}$	$\frac{17}{100,00}$	$\frac{24}{100,00}$	$\frac{19}{100,00}$	$\frac{17}{100,00}$	$\frac{17}{100,00}$	$\frac{16}{100,00}$	$\frac{23}{100,00}$
Надземная фитомасса, кг/Га/%	$\frac{18,12}{100,0}$	$\frac{15,55}{100,00}$	$\frac{12,67}{100,00}$	$\frac{16,15}{100,00}$	$\frac{9,96}{100,00}$	$\frac{15,72}{100,00}$	$\frac{18,25}{100}$	$\frac{20,41}{100,00}$	$\frac{9,64}{100,00}$

Для сосняков разнотравного и ягодникового типов леса равнинных лесов таежно-лесной зоны европейской части СССР показатель нормы допустимых рекреационных нагрузок не должен превышать 0,1 чел./га [3].

В результате определения среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки за 2006 и 2016 гг. получены следующие данные: на ППП-1, ППП-4, ППП-6 среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка составляет 0,12 и 0,14, 0,18 и 0,18, 0,19 и 0,14 чел./га по будням и выходным соответственно. Таким образом, данные ППП заложены в зоне сильного рекреационного воздействия. При этом можно отметить сокращение видов и надземной фитомассы ЖНП на заложённых ППП за исследуемый временной промежуток.

Наиболее наглядно распределение групп ценотипов представлено на рисунке ниже.



Динамика надземной фитомассы ЖНП в 2006, 2016 и 2022 гг. по ценотипам

Наибольшей по количеству лесных видов растений является группа лесных ценотипов, доля которой варьирует от 13 до 70 %. Так, наблюдается уменьшение количества лесных видов с 13 до 4 шт./га (ППП-1) и с 6 до 2 шт./га (ППП-4) в 2006 и 2022 гг. соответственно. При этом доля надземной фитомассы составляет 35,43 и 42,43 кг/га на ППП-1; 39,82 и 3,45 кг/га

на ППП-4. Уменьшение лесных ценотипов подтверждает высокую степень рекреационного воздействия на ППП. На ППП-6 произошло увеличение доли лесных видов с 7 до 9 в 2006 и 2022 гг. соответственно. Однако их надземная фитомасса уменьшилась с 42,31 до 27,32 кг/га, что также свидетельствует о высоком рекреационном воздействии.

В луговой группе количество видов ЖНП варьирует от 2 до 5 шт./га. Количество видов ЖНП на ППП-4 в период с 2006 по 2016 гг. составило 3 шт./га. В 2022 г. на долю луговых видов ЖНП приходится 4 шт./га и наблюдается увеличение доли надземной фитомассы ЖНП с 4,62 до 52,72 кг/га.

Количество видов лесолуговой группы на ППП-1 составляет 4, 2, 1 по годам соответственно (2006, 2016, 2022 гг.). Однако их надземная фитомасса увеличилась с 18,08 до 21,87 кг/га. На ППП-4 количество видов уменьшилось с 4 до 2 в 2006 и 2016 гг., в 2022 г. количество лесолуговых видов составило 4 шт./га. При этом доля надземной фитомассы уменьшилась с 35,49 до 11,54 кг/га, что свидетельствует о высоком рекреационном воздействии. На ППП-6 количество видов ЖНП за исследуемый период составило 3, 1, 1 шт./га по годам соответственно. Доля их надземной фитомассы с 2006 по 2016 гг. уменьшилась с 15,37 до 6,00 кг/га, а в 2022 г. на ее долю приходится 59,72 кг/га. Такое увеличение доли фитомассы ЖНП на ППП-6 можно объяснить зарастанием почвы злаковыми растениями.

По материалам таблицы в группе луговых синантропов с 2006 по 2022 гг. наблюдается увеличение количества видов ЖНП. Так, на ППП-1 количество видов растений в 2006–2022 гг. составляет 7, 4, 8 соответственно. С 2016 по 2022 гг. количество видов ЖНП увеличилось в четыре раза. В этот же временной период доля надземной фитомассы уменьшилась с 55,00 до 19,60 кг/га. Количество видов ЖНП в 2006 г. составило 4 шт./га, в 2016 г. – 7 шт./га, что свидетельствует об увеличении доли видов луговых синантропов. Также в 2022 г. на ППП-4 доля луговых синантропов сократилось с 7 до 5, но их надземная фитомасса увеличилась с 15,00 до 30,37 кг/га. На ППП-6 количество видов сократилось с 3 до 1 шт./га (2006–2016 г.); в 2022 г. увеличилось до 3 шт./га, доля надземной фитомассы резко снизилась с 35,52 до 0,80 кг/га, а в 2022 г. увеличилась до 7,27 кг/га.

Наименьшими показателями характеризуется группа лесных синантропов по количеству видов и надземной фитомассы ЖНП. Доля надземной фитомассы варьирует от 0,05 до 11,28 %, количество видов – от 1 до 3 шт./га. На ППП-4 с 2006 по 2022 гг. надземная фитомасса снизилась с 11,28 до 1,89 %. Показатели надземной фитомассы ЖНП на ППП-1 и ППП-6 с 2006 по 2022 гг. варьируют с 0,05 до 1,00 %. Даже незначительное количество видов и надземной фитомассы лесных синантропов свидетельствует о креационном воздействии на ППП в 2022 г.

## **Выводы**

1. С 2016 по 2022 гг. можно отметить общее увеличение надземной фитомассы на исследуемых ППП.

2. Произрастание и появление луговых, лесолуговых, лесных и лесолуговых синантропов свидетельствует о высоком рекреационном воздействии.

3. Общее количество видов ЖНП также сократилось на двух из трех представленных ППП с 27 до 16 шт./га, что свидетельствует о скудном видовом разнообразии.

4. Для уменьшения рекреационной нагрузки, появления синантропных видов и увеличения видового разнообразия лесных и луговых видов ЖНП необходимо регулировать поток рекреантов с помощью организации дорожно-тропиночной сети, обустраивать места для отдыха горожан.

## ***Список источников***

1. Динамическая типология леса : Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ ; под ред. И. С. Мелехова. М. : Агропромиздат, 1989. 219 с.

2. Киреев Д. М. Лесное ландшафтоведение: текст лекций. СПб. : [СПбЛТА], 2002. 239 с.

3. Бунькова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. 124 с.

4. Основы фитомониторинга : учеб. пособие / Н. П. Бунькова [и др.]. 3-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 90 с.

5. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 152 с.

6. Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П. Л. Горчаковский [и др.]. М. : Наука, 1994. 525 с.

**РЕСУРСЫ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ  
ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКЕ  
ЯГОДНИКОВОМ И РАЗНОТРАВНОМ  
В УСЛОВИЯХ УУОЛ УГЛТУ**

**Игорь Александрович Панин<sup>1</sup>, Юрий Алексеевич Аржанников<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уралский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

<sup>2</sup> wolf1997@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты изучения запасов дикорастущих ягод в насаждения сосняка разнотравного и ягодникового на территории УУОЛ УГЛТУ.

*Ключевые слова:* дикорастущие ягоды, черника, брусника, недревесные ресурсы

Scientific article

**RESOURCES OF WILD BERRY PLANTS OF LIVING GROUND  
COVER IN BERRY AND HERBACEOUS PINE FORESTS  
IN THE CONDITIONS OF URAL EDUCATIONAL  
AND EXPERIENCED FORESTRY OF USFEU**

**Igor A. Panin<sup>1</sup>, Yuri A. Arzhannikov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

<sup>2</sup> wolf1997@mail.ru

*Abstract.* The article presents the results of studying the stocks of wild berries in the plantations of mixed-grass and berry pine on the territory of Ural educational and experimental forestry of USFEU.

*Keywords:* wild berries, blueberries, lingonberries, non-wood resources

Согласно имеющимся научным данным, леса России, в частности Свердловской области, характеризуются значительными запасами лесных ягод. Вместе с тем, даже с учетом потребности животного мира и сбора населением для собственных нужд, большая часть продуцируемого дикорастущими ягодниками урожая не осваивается [1, 2, 3]. Таким образом, коммерческое освоение лесных ягод является одним из направлений повышения

продуктивности лесов, которое обладает значительными перспективами. Развитие данной отрасли требует соответствующего научно-методологического сопровождения, в том числе сбора сведений о запасах дикоросов и возможностей их заготовок.

Целью исследования является изучение запасов дикорастущих ягод живого напочвенного покрова (ЖНП) на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) УГЛТУ в насаждениях с различными таксационными характеристиками. Для этого в 2021 г. была заложена 21 пробная площадь (ПП) в насаждениях с разным составом древостоя, возрастом и относительной полнотой. Таксационная характеристика насаждений показана в табл. 1. Все ПП заложены в двух типах леса: сосняк ягодниковый (Сяг) и сосняк разнотравный (Сртр). В насаждениях ПП 1, 3, 5, 6, 11, 14 и 17 наблюдается смена пород с коронной сосны на производный мягколиственный древостой, представленный преимущественно березой.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений на ПП

№ ПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Тип леса	Относительная полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			диаметр, см	высота, м				
1	8Б1ОС1С + Е	70	23	18	II	Сяг	0,8	250
2	9С1Б	60	22	17	III	Сяг	0,6	170
3	8Б1ОС1С	70	24	20	II	Сяг	0,7	230
4	10С	46	16	19	I	Сртр	0,8	290
5	9Б1С + ОС	75	23	20	II	Сяг	0,8	250
6	6Б1ОС3С	80	25	24	II	Сяг	0,9	320
7	7С3Б + С	55	16	18	I	Сяг	0,8	290
8	10С	45	22	16	II	Сяг	0,7	180
9	6С4Б + Б	40	5	4	V	Сртр	0,7	60
10	8С2Л + Б	43	18	19	III	Сяг	1,0	360
11	9Б1С + Л + ОС	75	24	24	II	Сртр	0,7	230
12	10С + Б	49	16	18	III	Сяг	1,0	340
13	10С + Л	80	18	18	III	Сртр	0,7	240
14	7Б2С1Л	80	23	22	II	Сяг	0,8	250
15	9С1Б + С + Л	80	17	16	III	Сяг	0,8	260
16	6С3Л1Б + Б	170	27	40	II	Сртр	0,6	330

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	9Б1С	85	23	20	III	Сяг	0,8	250
18	9С1Б	75	21	18	II	Сяг	0,8	330
19	6С2Л1Е1Б	120	26	32	II	Сяг	0,6	310
20	9С1Л + Б + С	70	21	22	II	Сяг	0,9	370
21	9С1Л + Б	140	22	23	II	Сяг	0,6	380

Непосредственно ресурсы ягодных растений ЖНП изучались на учетных площадках, которые закладывались по диагональным ходовым линиям через равные расстояния. Размер площадки  $0,25 \times 0,25$  м. Внутри площадок, в соответствии с общепринятыми в лесных науках методиками, проводилось определение видового состава ЖНП, надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии и проективного покрытия каждого вида в отдельности, а также текущий урожай плодов ягодных растений [4, 5]. Для определения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии все растения срезались на уровне поверхности почвы, затем разбирались по видам и взвешивались. После этого от каждого вида отбиралась навеска, которая в лабораторных условиях высушивалась до абсолютно сухого состояния. Полученные результаты представлены в табл. 2.

В ЖНП на ПП ягодные растения представлены четырьмя видами: черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L., брусника обыкновенная *Vaccinium vitis idaeae* L., земляника лесная *Fragaria vesca* L. и костяника каменистая *Rubus saxatilis* L. Черника является наиболее распространенным видом, проективное покрытие которого в Сяг варьирует от 2,7 до 11,8 %, в Сртр – от 0,8 до 6,5 %. ПП в Сяг характеризуются значительной урожайностью, до 39,8 кг/га плодов в год учета. В Сртр плодоношение черники не наблюдалось. Брусника встречается реже, данный вид имеет сопоставимое с черникой проективное покрытие, но значительно уступает по фитомассе в абсолютно сухом виде. Плодоношение чаще не наблюдалось, в условиях Сяг не превышало 7 кг/га, а в Сртр – 8,8 кг/га. Костяника повсеместно встречается в ЖНП изучаемых насаждений обоих типов леса, однако плодоношение наблюдалось только на нескольких ПП в насаждениях Сртр (не более 2,0 кг/га). Земляника встречается достаточно часто, при этом в изучаемых насаждениях плодоношения зафиксировано не было.

Согласно данным, представленным на рис. 1, запасы ягодных растений ЖНП в насаждениях Сяг значительно превышают запасы в насаждениях Сртр. Так, в среднем по ПП совокупная фитомасса ягодных растений Сяг составляет 123,5 кг/га в абсолютно сухом состоянии, а в Сртр данный показатель составляет 84,5 кг/га.



## Ресурсы ягодных растений ЖНП

Вид ягодных растений	Показатель		
	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии, кг/га	Проективное покрытие, %	Урожай плодов в год учета, кг/га
Сосняк ягодниковый			
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	41,1–426,3	2,7–11,8	0,0–39,8
Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis idaeae</i> L.	1,5–49,2	0,2–11,5	0,0–7,0
Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	2,6–30,8	0,7–6,2	0,0
Костяника каменистая <i>Rubus saxatilis</i> L.	3,0–38,7	0,4–5,6	0,0
Сосняк разнотравный			
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	22,3–73,5	0,8–6,5	0,0
Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis idaeae</i> L.	16,4–36,4	2,2–4,6	0,0–8,8
Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	2,9–8,0	0,8–1,9	0,0
Костяника каменистая <i>Rubus saxatilis</i> L.	9,4–40,6	1,5–6,3	0,0–2,0

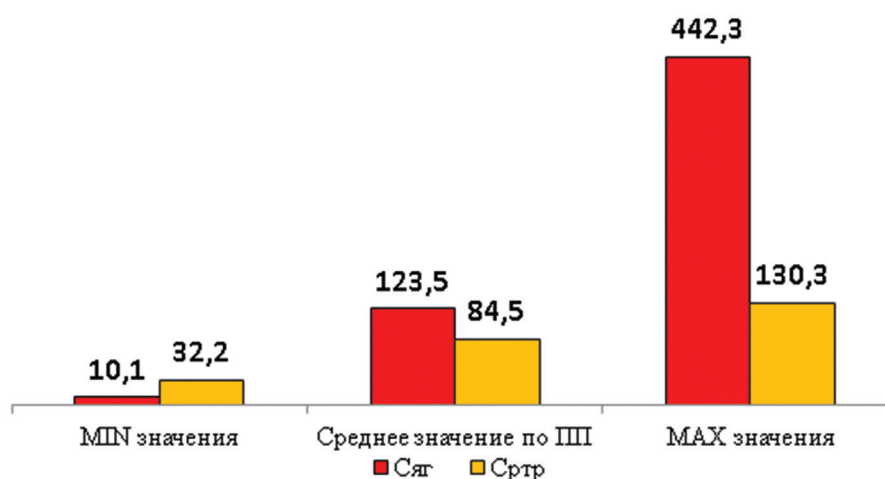


Рис. 1. Соотношение надземной фитомассы совокупности ягодных растений в абсолютно сухом состоянии насаждений Сяг и Сртр

На рис. 2 показано попарное сравнение надземной фитомассы ягодных растений в абсолютно сухом состоянии в насаждениях с преобладанием древостоя сосны и березы. Так, вторичные березняки характеризуются

значительно меньшей надземной фитомассой в абсолютно сухом состоянии по сравнению с сосняками: от 10,1 до 52,7 кг/га. В насаждениях с преобладанием в составе древостоя сосны данный показатель варьирует от 24,6 до 442,3 кг/га. Таким образом, в рассматриваемых лесорастительных условиях смена пород оказывается фактором, негативно влияющим на запасы дикорастущих ягодных растений ЖНП.



Рис 2. Соотношение надземной фитомассы ягодных растений в насаждениях с преобладанием сосны в составе древостоя и во вторичных березняках

Заметно прослеживается зависимость запасов дикорастущих ягод от относительной полноты древостоя для всех изучаемых насаждений. Чем выше относительная полнота, тем меньше запасы ягодных растений ЖНП и наоборот, чем ниже полнота, тем больше запасы ягод в ЖНП. На рис. 3 представлены графики зависимости урожая плодов черника и брусники от относительной полноты древостоя. В насаждениях с относительной полнотой 0,9 плодоношение не наблюдалось, а наибольшая урожайность характерна для насаждений с относительными полнотами 0,6 и 0,7.

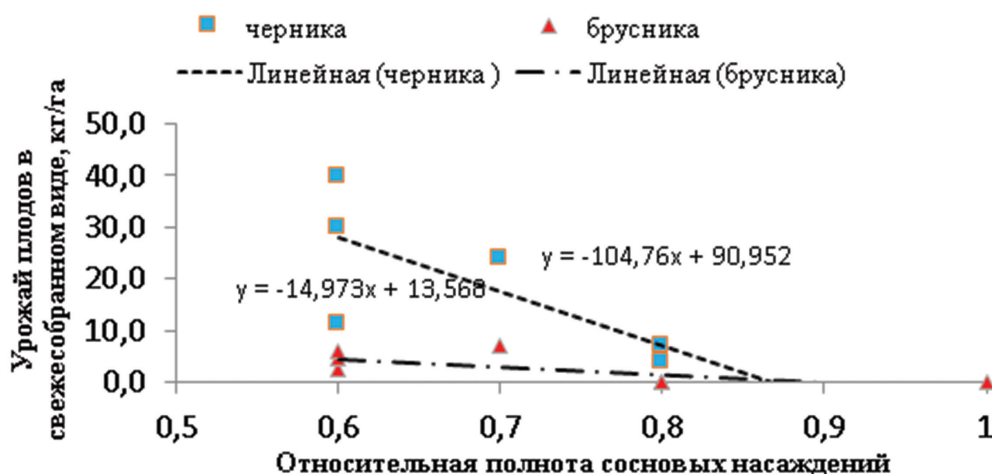


Рис 3. Зависимость урожая плодов ягодных кустарничков от относительной полноты в насаждениях с преобладанием сосны в составе древостоя

В обоих случаях связь корреляционная, описывается линейным уравнением. Связь для обоих графиков тесная, так как значение коэффициента корреляции Пирсона ( $R_{xy}$ ) составляет 0,81 для черники и 0,84 для брусники.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В условиях Сяг и Сртр УУОЛ УГЛТУ ягодные растения ЖНП представлены преимущественно четырьмя видами: черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L., брусника обыкновенная *Vaccinium vitis idaeae* L., земляника лесная *Fragaria vesca* L. и костяника каменистая *Rubus saxatilis* L.

2. Черника является наиболее распространенным видом ягодных растений ЖНП, урожайность которого в условиях Сяг может достигать 39,8 кг/га.

3. Насаждения Сяг значительно превосходят по запасам лесных ягод насаждения Сртр.

4. В рассматриваемых условиях смена пород с коренной сосны на производные мягколиственные насаждения негативно влияет на запасы дикорастущих ягод ЖНП.

5. В условиях УУОЛ УГЛТУ прослеживается линейная корреляционная зависимость урожая плодов ягодных кустарничков ЖНП и относительной полноты древостоя. Чем ближе относительная полнота к единице, тем меньше продуцируется плодов. Наибольший урожай плодов ягодных растений ЖНП характерен для насаждений с относительными полнотами 0,6 и 0,7.

### **Список источников**

1. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Повышение продуктивности лесов : учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТА, 1995. 297 с.

2. Годовалов Г. А., Залесов С. В., Коростелев А. С. Недревесная продукция леса : учебник для академического бакалавриата. 4-е изд., перераб. и доп. М. : изд-во Юрайт, 2018. 351 с.

3. Залесов С. В., Панин И. А. Ресурсы ягодных кустарничков в ельнике мшистом Североуральской среднегорной лесорастительной провинции // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2017. Т. 21, № 1. С. 21–27. DOI: 10.18698/2542–1468–2017–1–21–27.

4. Основы фитомониторинга : учеб. пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова. 2-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.

5. Данилов М. Д. Способы учета урожайности и выявление ресурсов дикорастущих плодово-ягодных растений и съедобных грибов: метод. пособие / Йошкар-Ола : Марийский политехнический институт имени М. Горького, 1973. 86 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАСОВ ДИКОРАСТУЩИХ ПИЩЕВЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ СОСНЯКА ЯГОДНИКОВОГО БЕРЕЗОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Юрий Алексеевич Аржанников<sup>1</sup>, Игорь Александрович Панин<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> wolf1997@mail.ru

<sup>2</sup> paninia@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Представлены результаты исследования запасов дикорастущих пищевых и лекарственных растений Березовского лесничества Свердловской области в условиях сосняка ягодникового. Работа выполнена на 18 пробных площадях. Дикорастущие пищевые и лекарственные растения представлены 18 видами, в том числе 4 ягодных и 2 официальных лекарственных. Наибольшей хозяйственной ценностью характеризуется черника обыкновенная.

**Ключевые слова:** дикорастущие ягодные растения, фитомасса в абсолютно сухом виде

Scientific article

## STOCK CHARACTERISTICS OF WILD FOOD AND MEDICINAL PLANTS IN THE BERRY PINE FOREST OF THE BEREZOVSKY FORESTRY IN THE SVERDLOVSK REGION

Yuri A. Arzhannikov<sup>1</sup>, Igor A. Panin<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> wolf1997@mail.ru

<sup>2</sup> paninia@m.usfeu.ru

**Abstract.** The results of the study of stocks of wild food and medicinal plants of the Berezovsky forestry of the Sverdlovsk region are presented. The work was carried out on 18 test areas. Wild food and medicinal plants are represented by 18 species, including 4 berry and 2 official medicinal. The greatest economic value is characterized by ordinary blueberries.

**Keywords:** wild berry plants, phytomass in absolutely dry form

Увеличение продуктивности лесов и повышение доходности лесного хозяйства – ключевые задачи, стоящие перед лесной наукой. В лесах Российской Федерации обширно представлены разнообразные виды дикорастущих пищевых и лекарственных ресурсов. Включение этих растений в хозяйственный

оборот и коммерческую эксплуатацию может значительно увеличить экономическую эффективность и рентабельность лесного хозяйства [1].

В настоящее время данное направление лесопользования активно развивается как в России, так и за рубежом. Наблюдается растущий спрос на лесные дикорастущие ягоды, пищевые и лекарственные растения, а также на продукты, получаемые из них: косметику, ароматизаторы, биологически активные добавки и др. В связи с этим актуальным вопросом становится изучение запасов данных видов растений в лесных экосистемах. Недостаток информации о ресурсах дикоросов ограничивает и затрудняет развитие отрасли их коммерческой заготовки. Дефицит научных исследований, посвященных изучению запасов дикорастущих пищевых и лекарственных растений, характерен и для Свердловской области [2].

Исследование проводилось на территории Березовского лесничества Свердловской области. Его целью являлось изучение запасов ягодных растений живого напочвенного покрова (ЖНП) в условиях сосняка ягодникового (Сяг). Данный тип леса был выбран для изучения как распространенный и обладающий потенциально высокими запасами лесных ягод. Работа основана на методе пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с требованиями ОСТ 56–68–83 «Пробные площади лесоустойчивые. Метод закладки». Всего заложено 18 ПП в насаждениях с различными таксационными характеристиками. Для закладки подбирались наиболее типичные и распространенные насаждения. Относительная полнота варьирует от 0,6 до 0,9, возраст древостоя – от 40 до 160 лет. В составе древостоя преобладает сосна с примесью мягколиственных пород. В отдельных насаждениях наблюдается смена пород и преобладание березы (ПП 1,6,10,11 и 42). ПП 43 является производным осинником.

Внутри ПП на учетных площадках производилось определение показателей запасов дикорастущих пищевых и лекарственных растений: надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии, проективного покрытия и текущей урожайности в соответствии с общепринятыми в лесной науке методиками (Бунькова и др., 2010; Данчева, Залесов, 2015). Учетные площадки размещались равномерно по ходовым линиям. Размер площадки 0,5 × 0,5 м. Количество определялось таким образом, чтобы обеспечить точность данных в 10 %. Результаты представлены в табл. 1.

Ягодные растения представлены четырьмя видами: черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L., брусника обыкновенная *Vaccinium vitis idaeae* L., земляника лесная *Fragaria vesca* L. и костяника каменистая *Rubus saxatilis* L. Черника является наиболее распространенным видом, повсеместно представленным в ЖНП изучаемых насаждений. Его фитомасса варьирует от 19,9 до 431,1 кг/га, при проективном покрытии – 5,8–33,3 %.

Урожайность плодов в год учета на отдельных ПП достигает 213,3 кг/га в абсолютно сухом состоянии. Наибольший урожай характерен для средне-полнотных спелых и перестойных насаждений с преобладанием сосны в составе.

Также достаточно распространена брусника, однако, во-первых, данный вид в год учета не плодоносит, во-вторых, большая фитомасса и проективное покрытие характерно только для 2 ПП, в остальных данный вид является небольшой примесью в ЖНП.

Костяника каменистая является повсеместно распространенным видом, фитомасса которого в абсолютно сухом состоянии составляет 11,4–99,0 кг/га, при проективном покрытии – 4,2–21,3 %. Урожай плодов небольшой, чаще плодоношение не наблюдается.

Земляника лесная представлена незначительно. Фитомасса вида в абсолютно сухом состоянии не превышает 17,1 кг/га.

Таблица 1

Ресурсы пищевых и лекарственных растений

Вид	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии	Проективное покрытие, %	Урожай плодов, кг/га
1	2	3	4
Ягодные растения			
Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	11,7–121,4	2,5–4,6	0,0
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	19,9–431,1	5,8–33,3	0,0–213,3
Костяника каменистая <i>Rubus saxatilis</i> L.	11,4–99,0	4,2–21,3	0,0–8,3
Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	0,75–17,1	0,6–13,1	0,0
Ценные лекарственные растения			
Иван-чай узколистый <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	0,0–37,9	0,0–5,4	–
Лапчатка прямостоячая <i>Potentilla erecta</i> L.	0,0–38,0	0,0–7,9	–
Лекарственное растительное сырье			
Василек шероховатый <i>Centaurea scabiola</i> L.	0,0–14,0	0,0–10	–
Грушанка круглолистная <i>Pyrrola rotundifolia</i> L.	0,0–20,3	0,0–75	–

1	2	3	4
Дудник лесной <i>Angélica sylvestris</i> L.	0,0–57,4	0,0–25	–
Золотарник обыкновенный <i>Solidágo virgáurea</i> L.	0,0–27,4	0,0–30	–
Крапива двудомная <i>Urtíca dióica</i> L.	0,0–57,6	0,0–90	–
Манжетка обыкновенная <i>Alchemilla vulgaris</i> L.	0,0–19,7	0,0–50	–
Мать-и-мачеха обыкновенная <i>Tussilago farfara</i> L.	0,0–7,1	0,0–20	–
Плаун годичный <i>Lycopódium annotínium</i> L.	0,0–15,4	0,0–90	–
Подмаренник мягкий <i>Gálium mollúgo</i> L.	0,0–26,5	0,0–35	–
Подмаренник северный <i>Galium boreale</i> L.	0,0–21,2	0,0–40	–
Подорожник большой <i>Plantago major</i> L.	0,0–7,0	0,0–15	–
Хвощ лесной <i>Equisétum sylváticum</i> L.	0,0–97,3	0,0–96	–

Всего в ЖНП изучаемых насаждений было зафиксировано 14 видов лекарственных растений, из которых два, Иван-чай узколистый *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop и Лапчатка прямостоячая *Potentilla erecta* L., являются официальными. Их запасы незначительны и проективное покрытие не превышает 5,4 и 7,9 % соответственно.

Остальные 12 видов относятся к лекарственному растительному сырью. Наиболее распространенными видами являются хвощ лесной *Equisétum sylváticum* L. (фитомасса в абсолютно сухом виде до 97,3 кг/га) и дудник лесной *Angélica sylvestris* L. (фитомасса в абсолютно сухом виде до 57,4 кг/га). Остальные виды встречаются редко и характеризуются небольшой фитомассой.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В насаждениях Сяг Березовского лесничества Свердловской области дикорастущие пищевые и лекарственные растения представлены 18 видами: 4 ягодные, 2 официальные лекарственные и 12 видов лекарственного растительного сырья.

2. Наибольшими запасами ягодных растений Сяг характеризуются высокопродуктивные черничники, фитомасса которых достигает 431,1 кг/га в абсолютно сухом состоянии при текущей урожайности в 213,3 кг/га.

3. Среди лекарственных растений насаждений Сяг наибольшими запасами характеризуются хвощ лесной *Equisétum sylváticum* L. и дудник лесной *Angélica sylvestris* L., ресурсы остальных видов незначительны.

### **Список источников**

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

2. Влияние проходных рубок на ресурсы черники обыкновенной Североуральской среднегорной лесорастительной провинции / И. А. Панин, Ю. А. Аржанников, А. А. Боярский, А. А. Грудцын // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 1 (76). С. 4–12.

3. Коростелев А. С., Залесов С. В., Годовалов Г. А. Недревесная продукция леса. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 480 с.

4. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова [и др.]. 3-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 90 с.

5. Панин И. А., Белов Л. А. Определение ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений: учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 87 с.



Научная статья  
УДК 630\*4 (470.51)

## ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Михаил Витальевич Якимов<sup>1</sup>, Алексей Николаевич Серапионов<sup>2</sup>,  
Егор Алексеевич Трефилов<sup>3</sup>, Валентина Юрьевна Якимова<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Удмуртский государственный аграрный университет, Ижевск, Россия

<sup>1</sup> mikhailyackimov@yandex.ru

<sup>2</sup> serapionov.lexa@yandex.ru

<sup>3</sup> trefilov.alexmerser.ru@mail.ru

<sup>4</sup> valentina.yaki@yandex.ru

**Аннотация.** В данной работе проведена инвентаризация лесов Удмуртской Республики. Выполнено лесопатологическое обследование лесных насаждений. Приведены результаты исследований по мониторингу лесных насаждений на наличие вредных насекомых и болезней лесов.

**Ключевые слова:** мониторинг, леса, насекомые вредители, санитарное состояние

Scientific article

## FOREST PATHOLOGY MONITORING OF FOREST PLANTATIONS OF THE UDMURT REPUBLIC

Mikhail V. Yakimov<sup>1</sup>, Alexey N. Serapionov<sup>2</sup>, Egor A. Trefilov<sup>3</sup>,  
Valentina Yu. Yakimova<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russia

<sup>1</sup> mikhailyackimov@yandex.ru

<sup>2</sup> serapionov.lexa@yandex.ru

<sup>3</sup> trefilov.alexmerser.ru@mail.ru

<sup>4</sup> valentina.yaki@yandex.ru

**Abstract.** In this work an inventory of forests of the Udmurt Republic was carried out. A forest pathology examination of forest plantations was performed. The results of research on monitoring forest plantations for the presence of harmful insects and forest diseases are presented.

**Keywords:** monitoring, forests, insect pests, sanitary condition

Лесопатологический мониторинг – это наблюдения за лесными насаждениями по их санитарному состоянию, а также за процессами, происходящими в лесах. Проводится оценка насаждений в зависимости от их состояния. Оценка проводится наземным и дистанционным способами.

---

© Якимов М. В., Серапионов А. Н., Трефилов Е. А., Якимова В. Ю., 2023

Лесопатологический мониторинг – составная часть государственного экологического наблюдения и оценки окружающей среды.

Необходимо изучать вредных лесных насекомых для составления каталогов разного охвата [1].

**Цель исследования** – оценка лесопатологического состояния лесов на территории Удмуртской Республики.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

- подсчитать общую площадь поврежденных и погибших насаждений;
- изучить общее состояние лесов по региону;
- предложить необходимые меры для улучшения состояния лесных насаждений.

**Материал и методы.** При проведении лесопатологического мониторинга использованы следующие способы и методы:

- закладка пробных площадей и ловушек для вредных насекомых;
- наблюдения в лесах за санитарным состоянием;
- оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов.

**Результаты исследований.** В Удмуртской Республике произрастают разнообразные растения. Территория региона разделена на две части: в северной части преобладают деревья хвойных пород (ель, сосна), в южной части – лиственные деревья (липа, береза, осина).

Лесистость с продвижением с севера на юг уменьшается. В южной части большой процент земель занимают сельскохозяйственные угодья.

В Удмуртской Республике по санитарному состоянию леса разделены на две зоны: средней и сильной лесопатологической угрозы. Лесопатологический анализ проводился на всей площади региона (2003,008 тыс. га).

Наблюдения проведены на 135 постоянных пунктах наблюдения (ППН), в том числе:

- повторные перечеты на 75 шт., в том числе по результатам перечетов списано – 2 шт., выведено в резерв – 0 шт.;
- первичные перечеты на 11 шт., в том числе на замену списанных ППН – 11 шт.;
- перечеты на ППН, выведенных из резерва – 0 шт.

По результатам анализа данных регулярных наземных наблюдений:

- количество действующих ППН на 01.01.2023 – 144 шт.;
  - находится в резерве ППН на 01.01.2023 – 4 шт., в том числе выведенных в резерв в текущем году – 0 шт.;
  - списано ППН в текущем году в результате усыхания насаждений – 2 шт.
- Поврежденные насаждения составили 70,1 тыс. га.

Выполнение государственного задания по государственному лесопатологическому мониторингу (далее – ГЛПМ) приведено в табл. 1 [2].

Таблица 1

Объем работ в разрезе способов проведения ГЛПМ  
в лесном фонде Удмуртской Республики

№	Наименование части работы государственного задания	Ед. изм.	За 2022 г.			Примечание
			План	Факт	Выполнение, %	
1	Регулярные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов	га	70100	701000	100	–
		шт.	75	75	100	–
2	Выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов	шт.	11	13	118	Изменение количества маршрутных ходов в течение года
		га	1600	1770,2	110	Изменение количества маршрутных ходов в течение года
3	Выборочные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов	га	7000	7029,3	100	–
4	Оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов, в том числе:	тыс. га	3560,0	3571,3	100	–
	в целях актуализации реестров государственного лесопатологического мониторинга, в том числе для участков:	га	3560,0	3571,3	100	–
	– с давностью усыхания более четырех лет и пожаров 1–3-летней давности (дистанционным методом с применением натурного метода наблюдений)	га	3060,0	3060,0	100	–
	– запланированных под актуализацию реестров на 2022 г. с проверкой их состояния (натурно по методике проведения ВНН)	га	500	511,3	102	–

Выборочные наблюдения за вредными организмами увеличились за счет изменения количества маршрутных ходов.

Наблюдения за вредными лесными организмами в 2022 г. проведены на 15 пунктах детального надзора (на 4 маршрутных ходах средней протяженностью 22,5 км) за усачом черным еловым большим и короедом-типографом.

В этом году во время выборочных наблюдений за численностью лесных вредных насекомых проведены работы на двух маршрутах феромонных наблюдений средней протяженностью 13,5 км за короедом-типографом. А также на двух маршрутах феромонных наблюдений средней протяженностью 9 км за усачом еловым черным большим.

Результаты выборочных наблюдений за популяциями вредных организмов за отчетный период представлены в табл. 2.

Таблица 2

Объемы выборочных наблюдений за популяциями вредных организмов, выполненных в 2022 г.

Исследуемая зона	Лесничество	Метод выборочных наблюдений	Количество, шт.	Протяженность	Количество пунктов учета, шт.	Наименование вида вредного организма
Всего по сильной зоне лесопатологической угрозы	Завьяловское	Феромонный	1	6	4	Короед-типограф
			1	4,5	3	Усач еловый черный большой
Всего по средней зоне лесопатологической угрозы	Можгинское	Феромонный	1	7,5	5	Короед-типограф
			1	4,5	3	Усач еловый черный большой
Всего по субъекту Российской Федерации			4	22,5	15	–

Общее количество наблюдений составило 15 шт., в том числе по сильной зоне – 7, по средней – 8. Общая протяженность наблюдений составила 22,5 км. Исследовались Завьяловское и Можгинское лесничества.

Выборочные наземные наблюдения проведены на площади 7029,3 га, для уточнения данных по состоянию лесов на захламленность, усыхание, ослабление, поврежденность лесными насекомыми вредителями.

Проводится глазомерным способом и определяется в зависимости от запаса древостоя с указанием причины гибели или повреждения. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Результаты выборочных наземных наблюдений лесных насаждений

Группа причин ослабления, повреждения насаждений	Распределение площади лесных участков по классам устойчивости насаждений, га				Значения критериев опасных отклонений в санитарном состоянии			
	Всего	в том числе:			СКС насаждения	общий отпад, % от запаса	текущий отпад, % от запаса	доля деревьев с наличием признаков повреждения, %
		устойчивые	с нарушенной устойчивостью	с утраченной устойчивостью				
Лесные пожары	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в том числе текущего года	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Погодные условия и почвенно-клима- тические факторы	819,3	231,1	588,2	0,0	1,9	13,2	9,7	7,0
Повреждение насекомыми	1640,6	221,5	1419,1	0,0	2	15,2	9,9	6,3
Болезни леса	3375,7	1422,0	1953,7	0,0	1,7	6,7	4,3	5,2
Антропогенные факторы	38,7	13,7	25	0,0	1,6	5,0	2,5	5,0
Повреждение дикими животными	43,1	10,9	32,2	0,0	1,7	8,0	5,0	5,0
Непатогенные факторы	1111,9	249,6	862,3	0,0	1,8	8,3	4,4	6,5
Итого	7029,3	2148,8	4880,5	0,0	–	6,3	5,1	4,4

Большую площадь повреждений составляют болезни леса – 3375,7 га. Лесные пожары оказывают наименьший вред.

Оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов проводится для:

- получения информации по состоянию лесных насаждений: погибшие, поврежденные, ослабленные, здоровые;
- проведения специализированных мероприятий по борьбе с вредными насекомыми, очагами заражения и улучшения санитарного состояния лесов;
- оценки проведенных различных мероприятий (санитарные рубки);
- получения базы данных и решения проблем при новых заражениях лесов.

Результаты анализа лесопатологического мониторинга лесных насаждений в Удмуртии показали:

- здоровые лесные насаждения занимают площадь 6021,92 га;
- погибшие и поврежденные насаждения, оставшиеся на корню произрастают на площади 3755,34 га, в том числе погибшие на 127,71 га;
- с отпадом этого года составляет 365,4 га.

По данным дистанционных наблюдений погибшие и поврежденные насаждения в результате лесных пожаров составили 2 га.

Таким образом, по наблюдениям в 2022 г. преобладают здоровые лесные насаждения. Мероприятия, запланированные на 2023–2024 гг., представлены выборочными санитарными рубками (ВСР) и сплошными санитарными рубками (ССР), их объемы приведены в табл. 4.

Таблица 4

Рекомендованные мероприятия в лесах Удмуртской Республики

Зона лесопатологической угрозы	Лесничество	Вид назначенных (рекомендуемых) мероприятий по защите лесов (код)*	Объем рекомендуемых мероприятий по защите леса, га
Средняя	Алнашское	ВСР	8,8
	Балезинское	ССР	24,5
		ВСР	7,0
	Воткинское	ВСР	5,7
	Дебесское	ВСР	3,3
	Игринское	ССР	5,88
		ССР	0,27
		ВСР	1,4
	Кизнерское	ВСР	1,2
	Киясовское	ВСР	35,2
	Красногорское	ВСР	0,5
	Можгинское	ВСР	1,2
	Сюмсинское	ССР	2,7
	Увинское	ССР	23,6
		ВСР	21,2
Яганское	ВСР	0,24	
	ВСР	100,4	
Всего по субъекту Российской Федерации			486,18

Общий объем запланированных выборочных и сплошных санитарных рубок составил 486,18 га.

**Выводы и рекомендации.** В удмуртской Республике леса разделены на две зоны лесопатологической угрозы: средняя и сильная. Наибольший вред лесам наносят насекомые вредители – короед-типограф и усач черный большой. Успех борьбы с негативными явлениями (вредные насекомые, болезни деревьев, ослабленные насаждения) зависит от оперативности проведения лесопатологических обследований, санитарно-оздоровительных мероприятий, в частности выборочных и сплошных санитарных мероприятий [3].

### *Список источников*

1. Михайлов Ю. Е. Перспективные для изучения виды жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Приволжья и Южного Урала // Биологическое разнообразие природных и антропогенных ландшафтов: изучение и охрана: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции (Астрахань, 04 июня 2021 года) / сост. Е. Г. Русакова. Астрахань : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», 2021. С. 155–158.

2. Годовой отчет по ГЛПМ за 2022 год, от ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Пермского края» Удмуртского подразделения за 24.01.2023 г.

3. Сабурова Е. В., Гавва И. Н., Магасумова А. Г. Последствия сплошных санитарных рубок в условиях Тотемского лесничества Вологодской области // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 3 (74). С. 67–73.

Научная статья  
УДК 630.237

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ПО КАТЕГОРИЯМ РОСТА В СОСНЯКАХ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВЫХ ОСУШАЕМЫХ

**Ольга Николаевна Тюкавина**

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Архангельск, Россия  
o.tukavina@narfu.ru

**Аннотация.** Целью работы является оценка распределения деревьев по категориям роста в сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых Архангельского лесничества. Дифференциацию деревьев по категориям роста проводили через лимиты распределения деревьев по диаметрам на высоте 1,3 м. В молодых и средневозрастных насаждениях доминируют угнетенные деревья; в старших возрастных категориях при отсутствии загущения – средние деревья. Долю угнетенных деревьев в древостое ( $Z$ ) можно спрогнозировать по его среднему возрасту ( $x$ ) и густоте ( $y$ ):  $Z = -112,661 + 0,517 \cdot x - 0,003 \cdot x^2 + 19,137 \cdot \ln y$ .

**Ключевые слова:** сосняк кустарничково-сфагновый осушаемый, категории роста деревьев, густота древостоя, средний возраст древостоя

Scientific article

## DISTRIBUTION OF TREES BY GROWTH CATEGORIES IN DRAINED SHRUB-SPHAGNUM PINE FORESTS

**Olga N. Tyukavina**

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov,  
Arkhangelsk, Russia  
o.tukavina@narfu.ru

**Abstract.** The aim of the work is to assess the distribution of trees by growth categories in the pine forests of shrub-sphagnum drained Arkhangelsk forestry. Differentiation of trees by growth categories was carried out through the limits of the distribution of trees by diameter at a height of 1.3 m. In young and middle-aged plantings, oppressed trees dominate; in older age categories, in the absence of thickening, medium-sized trees. The proportion of oppressed trees in the stand ( $Z$ ) can be predicted by its average age ( $x$ ) and density ( $y$ ):  $Z = -112,661 + 0,517 \cdot x - 0,003 \cdot x^2 + 19,137 \cdot \ln y$ .

**Keywords:** drained shrub-sphagnum pine forest, tree growth categories, stand density, average age of the stand



Устойчивое лесопользование является необходимым условием ведения современного лесного хозяйства. В современных реалиях истощения лесосырьевой базы требуется рациональное использование древесины на основе дифференцированного подхода, осуществление эффективной системы ухода за насаждением, создание оптимальных условий роста деревьев для повышения продуктивности насаждения в целом. На Европейском Севере, в условиях, где более половины земель переувлажнены в связи с климатическими и почвенно-геоморфологическими особенностями, гидромелиорация – это один из эффективных способов улучшения условий произрастания деревьев. На Европейском Севере осушение лесных земель активно проводилось в 60-е – 70-е гг. В Архангельском лесничестве 16 % площади сосновых насаждений осушено. Изменение водного и светового режимов влияет на распределение деревьев по категориям роста. Возможность дифференцированного использования древесины и повышения эффективности мероприятий по уходу за насаждениями обусловлена разделением деревьев на однородные группы по качественному признаку. Конкретизация критериев отнесения деревьев к различным категориям качества остается актуальна [1, 2].

Наиболее простой метод дифференциации деревьев – использование лимитов распределения деревьев по диаметрам [3]. При данном распределении деревьев наибольший эффект от рубок ухода отмечался при доминировании в насаждении деревьев средней категории роста и минимальным присутствием угнетенных. Значимого различия в доле поздней древесины у деревьев разной степени развитости не наблюдалось. Средние по степени развитости деревья имеют однородную по плотности древесину в поперечном сечении на уровне угнетенных деревьев и до 21 % превышающие плотность древесины лучших деревьев. Различия в теплотворной способности древесины между угнетенными, средними и лучшими деревьями составляют от 176 до 999 Дж/г. Отмечается тенденция повышения теплоемкости у угнетенных деревьев [4]. Отмирание угнетенных деревьев в жестких климатических условиях идет очень медленно, в результате в древостое накапливается большое их количество [5]. В отпад уходят преимущественно отставшие в росте деревья [6]. Поэтому при проведении рубок ухода удаляют в основном отставшие в росте деревья, которые могут иметь ценность для конкретных видов производств. Для эффективного управления древесными ресурсами необходим прогноз распределения деревьев по категориям роста.

Цель – оценка распределения деревьев по категориям роста в сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых.

Исследования проводили в сосняках кустарничково-сфагновых, осушенных в 1969 г., расположенных в Архангельском лесничестве (табл.).

Таксационная характеристика сосняков  
кустарничково-сфагновых осушаемых

№ ПП	Состав	Средние		Класс		Относительная полнота	Расстояние от осушителя, м	Густота, шт./га	Запас, м <sup>3</sup> /га
		диаметр, см	высота, м	возраста	бонитета				
1	10С + Б	9,0	8,1	III	V	0,45	10	1451	42,9
2	10С + Б	6,9	6,4	III	V	0,39	50	1873	27,8
3	10С + Б	6,2	6,7	III	V	1,03	10	6297	78,8
4	10С + Б	5,4	5,6	III	V	1,07	50	7867	64,6
5	10С + Б	8,3	8,0	III	V	0,77	10	2885	71,8
6	10С + Б	6,1	5,5	III	V	0,68	50	3842	39,8
7	10С + Б	10,7	8,5	VI	Va	0,62	10	1436	62,2
8	10С + Б	11,8	8,9	VI	Va	0,68	50	1335	72,7
9	10С + Б	18,6	12,2	VII	Va	0,53	10	512	87,9
10	10С ед.Б	17,6	12,6	VII	Va	0,54	50	598	93,4
11	10С + Б	6,9	5,4	II	V	0,72	10	3158	41,3
12	10С + Б	7,0	6,0	II	V	0,66	10	2977	43,7
13	10С + Б	6,0	4,9	II	V	0,55	50	3084	28,2
14	10С + Б	10,4	7,3	VI	Va	0,76	10	1720	63,2
15	10С + Б	9,9	7,3	VI	Va	0,67	50	1680	56,0
16	10С + Б	13,5	8,8	VII	Va	0,77	10	1146	81,1
17	10С ед.Б	11,3	8,6	VII	Va	0,82	50	1736	84,6
18	10С + Б	7,2	6,9	III	V	1,09	10	5011	85,0
19	10С + Б	6,3	6,9	III	V	0,84	50	4973	64,9
20	10С + Б	6,5	6,7	III	V	1,06	10	5865	79,6
21	10С + Б	6,2	6,4	III	V	1,02	50	6028	72,4
22	10С + Б	8,1	8,0	III	V	1,02	10	4008	95,0
23	10С + Б	7,6	7,4	III	V	0,91	50	3883	76,9
24	10С + Б	6,4	5,8	III	V	0,71	10	3750	45,1
25	10С + Б	5,4	5,1	III	V	0,56	50	3935	30,0
26	10С + Б	11,3	11,0	IV	V	0,48	10	1177	69,1
27	10С + Б	12,0	11,5	IV	V	0,56	10	1248	85,4
28	10С + Б	9,3	10,2	IV	V	0,47	50	1620	60,5

Расстояние между осушителями 100 м. Состояние осушительных каналов хорошее. Пробные площади закладывали ленточной формы шириной 20 м вблизи осушителя и в межканальном пространстве. При сплошном перечеде учитывали до 200 деревьев. Показателем разделения деревьев

по категориям роста выступал диаметр ствола на высоте 1,3 м. Границы групп определяли через разницу максимального и минимального диаметров, поделенную на 3 ( $p$ ). Деревья рассматриваемых групп роста имеют следующие диаметры: минимальные – от  $d$  (минимальный диаметр) до  $d + p$ ; средние – от  $d + p$  до  $d + 2p$ ; максимальные – от  $d + 2p$  до  $d + 3p$  [3].

Обработку данных проводили с помощью программ *MS Excel 2000*, *Statistica 10*, *Table Curve 3D*.

Во всех насаждениях наибольшую долю в древостое составляют угнетенные деревья. Исключение составляют 130-летние и 63-летние насаждения с густотой древостоя до 1300 шт./га, в которых доминируют средние деревья (рис. 1). При сравнении насаждений максимальная доля угнетенных деревьев отмечается в 45-летних насаждениях с густотой древостоя от 3000 до 8000 шт./га. Наибольшая доля средних деревьев характерна для 130-летних насаждений, 45-летних и 60-летних насаждений с густотой древостоя до 1900 шт./га.

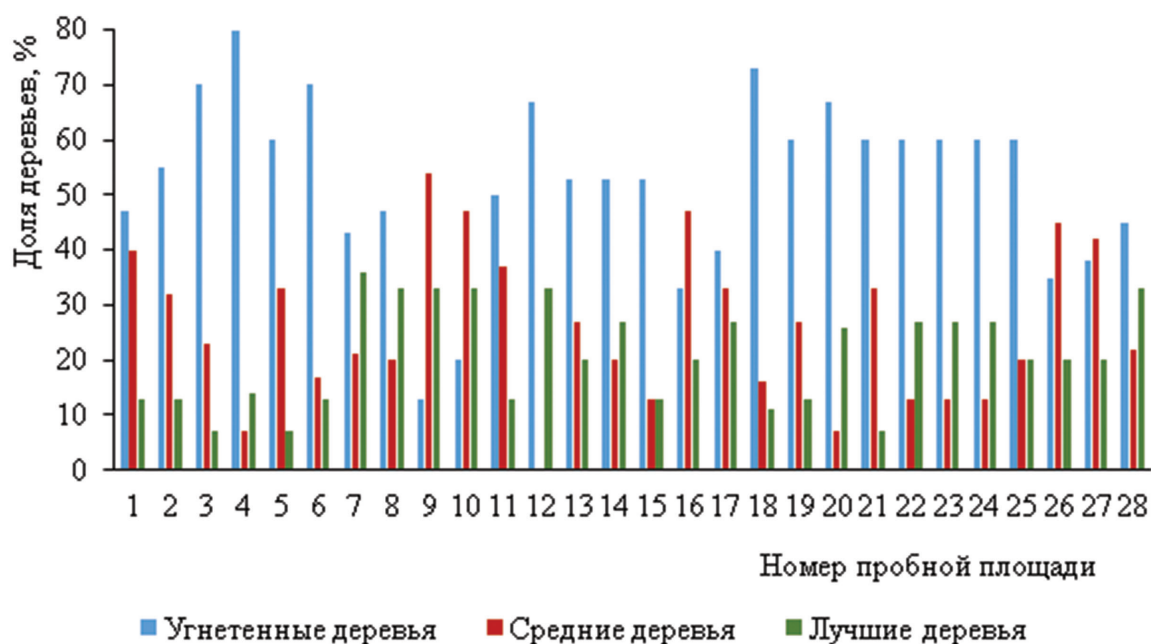


Рис. 1. Распределение деревьев по категориям роста

Близость к осушителю не оказала влияние на характер распределения деревьев по категориям роста ( $F = 0,08-0,4$  при  $F_{0,05} = 4,2$ ). Отмечается тенденция к значительной тесноте связи доли средних и лучших деревьев от среднего возраста древостоя. Выявлена значительная обратная теснота связи доли средних деревьев от густоты древостоя ( $r = -0,57$  при  $t = 4,6$ ); значимая высокая обратная теснота связи доли угнетенных деревьев от среднего возраста древостоя ( $r = -0,75$  при  $t = 9,6$ ) и значимая высокая теснота связи доли угнетенных деревьев от густоты древостоя ( $r = 0,83$  при  $t = 14,9$ ).

Следовательно, для прогноза доли угнетенных деревьев в древостое можно использовать средний возраст и густоту древостоя. Процент угнетенных деревьев в осушаемом сосняке кустарничково-сфагновом можно оценить по следующему регрессионному уравнению:

$$Z = -112,661 + 0,517 \cdot x - 0,003 \cdot x^2 + 19,137 \cdot \ln y \quad R^2 = 0,861,$$

где  $Z$  – процент отставших в росте деревьев, %;

$x$  – средний возраст древостоя, лет;

$y$  – густота древостоя, шт./га;

$R^2$  – коэффициент детерминации.

Модель зависимости доли угнетенных деревьев от среднего возраста и густоты древостоя построена при условиях  $37 \leq x \leq 130$ ;  $512 \leq y \leq 7867$ . Высокий коэффициент детерминации 0,86 свидетельствует о том, что в 86 % случаев процент отставших в росте деревьев изменяется в зависимости от среднего возраста и густоты древостоя и только 14 % объясняется другими причинами.

Модель адекватно оценивает выявленную зависимость, коэффициенты достоверны. Коэффициент  $a = -112,661$  имеет доверительный интервал  $-162,256-63,066$ ,  $p = 0,00009$ . Коэффициент  $b = 0,517$  имеет доверительный интервал  $-0,058-1,094$ ,  $p = 0,07624$ . Коэффициент  $c = -0,003$  имеет доверительный интервал  $-0,006-0,000$ ,  $p = 0,04946$ . Коэффициент  $d = 19,137$  имеет доверительный интервал  $14,285-23,990$ ,  $p = 0,00000$ .

Согласно модели, доля угнетенных деревьев в сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых с увеличением среднего возраста и уменьшением густоты древостоя возрастает (рис. 2).

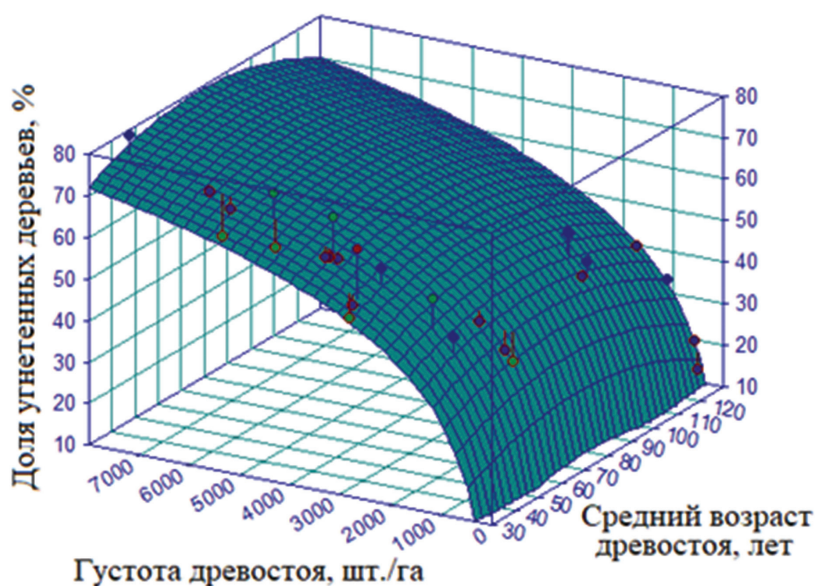


Рис. 2. Зависимость доли угнетенных деревьев в сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых от среднего возраста и густоты древостоя

Таким образом, в молодых и средневозрастных сосняках кустарничково-сфагновых осушаемых доминируют угнетенные деревья. На долю угнетенных деревьев в древостое влияет его средний возраст и густота. Данную зависимость можно описать уравнением

$$Z = -112,661 + 0,517 \cdot x - 0,003 \cdot x^2 + 19,137 \cdot \ln y,$$

где  $x$  – средний возраст древостоя, лет;  
 $y$  – густота древостоя, шт./га.

### *Список источников*

1. Николаев И. О., Соловьев В. М. Классификация особей в хвойных насаждениях естественного происхождения для оценки их изменчивости // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 14–19.
2. Осипенко А. Е., Клинов А. С. Качественные характеристики деревьев сосны в искусственных древостоях после рубок ухода // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (82). С. 56–64.
3. Калинин М. И. Корневедение. М. : Экология, 1991. 173 с.
4. Тюкавина О. Н. Качество древесины сосны. Архангельск, 2019. С. 206.
5. Усольцев В. А., Маленко А. А. Лесные культуры разной начальной густоты. Сообщение 1. Оптимизационные аспекты, эффекты группы и плотности // Эко-Потенциал (Екатеринбург). 2014. № 3 (7). С. 23–33.
6. Влияние прореживания линейно-селективным способом на ленточные культуры сосны обыкновенной / А. Е. Осипенко, К. А. Башегуров, А. С. Клинов, Р. А. Осипенко // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3. С. 4–16.

Научная статья  
УДК 630.4

## САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГРИГОРЬЕВСКОГО УЩЕЛЬЯ АНАНЬЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН

Наталья Борисовна Денисова<sup>1</sup>, Виктор Дмитриевич Ломов<sup>2</sup>,  
Сергей Николаевич Волков<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи, Россия

<sup>1</sup> jjucehok76@mail.ru

<sup>2</sup> lomov@mgul.ac.ru

<sup>3</sup> vergasovser@mail.ru

**Аннотация.** Целью наших исследований было изучение санитарного и лесопатологического состояния горных лесов Киргизии, выявление причин их ослабления. В качестве объекта исследования избрана ель тянь-шанская (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*), произрастающая на границе лесостепной и степной растительных зон района Иссык-Куля, Ананьевского лесничества Григорьевского ущелья. В результате проведенных исследований был изучен комплекс стволовых вредителей.

**Ключевые слова:** ель тянь-шанская, состояние насаждений, мониторинг, стволовые вредители

Scientific article

## SANITARY CONDITION OF CONIFEROUS PLANTATIONS OF GRIGORIEVSKY GORGE OF ANANYEVSKY FORESTRY OF THE REPUBLIC OF KYRGYZSTAN

Natalia B. Denisova<sup>1</sup>, Viktor D. Lomov<sup>2</sup>, Sergey N. Volkov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University,

Mytishchi, Russia

<sup>1</sup> jjucehok76@mail.ru

<sup>2</sup> lomov@mgul.ac.ru

<sup>3</sup> vergasovser@mail.ru

**Abstract.** The purpose of our research was to study the sanitary and forest-pathological condition of the mountain forests of Kyrgyzstan, to identify the causes of their weakening. The Tien Shan spruce (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*), growing on the border of the forest-steppe and steppe vegetation zones of the Issyk-Kul region, the Ananyevsky forestry

of the Grigoriev Gorge, was chosen as the object of research. As a result of the conducted research, a complex of stem pests was studied.

**Keywords:** Tien Shan spruce, plantings condition, monitoring, stem pests

Горные еловые леса [1, 2] Киргизской Республики имеют огромное значение: располагаясь на крутых склонах горных хребтов, они ослабляют эрозионные процессы, чем предохраняют долины от губительного действия селевых потоков, регулируют режим горных рек, делая его более равномерным и обеспечивая поступление воды в реки, спасают озера, водоемы и каналы от заиления.

В северной части Киргизской Республики по хребтам Терской-Ала-Тоо, Кюнгей-Ала-Тоо, Нарын-Тоо, Ат-Башы, Байдулу, в бассейнах рек Чон-Кемин, Тар и других склонах на высоте 1600–3100 м Киргизского хребта леса образованы в основном елью тянь-шаньской. Разнообразие природных условий на разных экспозициях склона обуславливает сильное колебание биологических свойств насаждений. В соответствии с этим ельники в Кыргызстане образуют три экологических пояса: низкогорный (1900–2500 м), среднегорный (2500–2800 м) и высокогорный (2800 м и выше).

Площадь еловых лесов в республике составляет 107,9 тыс. га, и на долю ели тянь-шаньской приходится 12,7 % от всей площади лесов [3, 4]. Как показала практика, в хвойной зоне республики наилучшей породой является местная лесообразующая порода – ель тянь-шанская, поэтому в питомниках хвойной зоны она является преобладающей породой

Целью наших исследований было изучение санитарного и лесопатологического состояния горных лесов Киргизии, выявление причин их ослабления.

В качестве объекта исследования избрана ель тянь-шанская (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*), произрастающая на границе лесостепной и степной растительных зон района Иссык-Куля, Ананьевского лесничества Григорьевского ущелья.

В процессе выявления причин ослабления ели тянь-шанской (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*) ставились следующие задачи: проведение визуального и инструментального обследования насаждений (с закладкой временных пробных площадей), проведение анализа поражения ели тянь-шанской (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*) возбудителями болезней и вредителями.

Полевые исследования проводились в Киргизской Республике, Иссык-Кульской области, Иссык-Кульского района, с. Григорьевка в период с 02.09.2019 по 16.09.2022 гг. Нами было проведено визуальное обследование горных лесов, произрастающих на территории Григорьевского ущелья,

леса которого входят в состав Ананьевского лесничества. На основании визуального обследования было проведено инструментальное обследование, в результате которого было заложено 10 временных пробных площадей площадью 50 × 50 м. При закладке и работе на пробных площадях для создания базы данных санитарного состояния еловых насаждений использовались общепринятые таксационные методы.

Всего было учтено на территории Ананьевского лесничества 130 га – 509 деревьев ели тянь-шанской (*Picea schrenkiana subsp. tianschanica*).

Сводная ведомость пробных площадей распределения по категориям состояния ели тянь-шанской приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сводная ведомость пробных площадей распределения по категориям состояния ели тянь-шанской

№ п/п	Порода	Ступени толщины	Учтено деревьев, шт.	Распределение по категориям состояния, шт./%										
				1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7
1–10	Ель тянь-шанская	12	2	–	–	–	–	2/0,6	–	–	–	–	–	–
		16	9	1/0,3	–	–	–	8/2,4	–	–	–	–	–	–
		20	46	14/4,2	16/4,8	–	4/1,2	12/3,6	–	–	–	–	–	–
		24	99	67/20,4	28/8,5	–	4/1,2	–	–	–	–	–	–	–
		28	96	74/22,5	20/6,09	2/0,6	2/0,6	–	–	–	–	–	–	–
		32	61	37/11,2	22/6,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		36	15	15/4,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого			328	208/63,4	86/26,2	2/0,6	10/3,0	22/6,7	–	–	–	–	–	

Как видно из табл. 1, состояние еловых насаждений находится в удовлетворительном состоянии. Данное насаждение представлено в основном деревьями первой (208 шт./63,4 %) и второй (86 шт./26,2 %) категорий состояния.

В результате проведенных исследований был изучен комплекс стволовых вредителей. Наряду со сравнительной бедностью видового состава, фауна тянь-шанской Ели также характеризуется высокой степенью эндемизма.

Некоторые виды насекомых распространены на отдельных хребтах Тянь-Шаня неравномерно, образуя разорванный ареал [5]. Например, *Hylastes substriatus* Strohm., распространенный в юго-восточном Казахстане и Северной Киргизии, отсутствует в Южной Киргизии (Чаткальском и Ферганском хребтах). Таких распространенных и вредоносных вредителей ели



в Киргизии, как *Anthaxia zarudniana* Richt. и *Dokhturovia Baeckmanni* Jank., в Казахстане не обнаружено. Подобная картина наблюдается и с некоторыми другими вредителями ели на отдельных хребтах Тянь-Шаня. Причиной такого распространения вредителей, наряду с другими факторами, является, по-видимому, некоторая территориальная разобщенность еловых лесов с довольно заметной пространственной изоляцией, что сказалось и на видовом составе вредителей. Количество видов с широким ареалом равно 33.

Эндемиками ели тянь-шаньской являются виды, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Эндемики тянь-шаньской ели

Латинское название вида	Русское название вида
<i>Ips hauseri</i> Reitter	Горный киргизский короед
<i>Pityogenes spessivtsevi</i> Leb.	Гравер Спесивцева
<i>Pityophthorus kirgisucus</i> Pjat.	Киргизский микрограф
<i>Pityophthorus parfentjevi</i>	Микрограф Парфентьева
<i>Pityophthorus schrenckii</i>	Микрограф Шренка
<i>Tetropium staudinger</i> Pic.	Семереченский еловый дровосек
<i>Dokhturovia nebulosa</i> Gebl.	Усач сухобочин
<i>Dokhturovia Baeckmanni</i> Jank.	Усач Бекмана
<i>Molorchus pallidipennis</i> Heyd.	Семереченский короткокрылый усач
<i>Molorchus tjanschanicus</i> Plaw.	Веточный коротконадрылый усач
<i>Acmaeops brachyptera</i>	Тянь-шаньский усач
<i>Sirex tjanschanicus</i> Sem.	Тянь-шаньский рогохвост
<i>Hylastes substriatus</i> Strohm	Киргизский корнежил

Из возбудителей болезней на территории Ананьевского лесничества отмечена «Красная ржавчина», или курчавость побегов ели. Возбудитель болезни гриб *Chrysomyxa deformans* (Diet.) Jacz.

### Выводы

В последнее время еловые леса Северного Иссык-Куля подвергаются усиленному антропогенному воздействию (рубки, пастьба скота). Лесовосстановительные процессы в них протекают слабо из-за биоэкологических особенностей ели тянь-шаньской. Слабое возобновление приводит к естественному старению древостоев и увеличению доли перестойных насаждений в еловой формации. Эти причины привели к снижению лесистости и продуктивности лесов региона, ослабили их защитные функции, тем не менее состояние еловых насаждений Григорьевского ущелья можно

считать удовлетворительным. Данное насаждение в основном представлено деревьями первой (208 шт./63,4 %) и второй (86 шт./26,2 %) категорий состояния.

Из возбудителей болезней на территории Ананьевского лесничества отмечена «Красная ржавчина», или курчавость побегов ели. Возбудитель болезни гриб *Chrysomyxa deformans* (Diet.) Jacz.

В результате проведенных исследований был изучен комплекс стволовых вредителей. Наряду со сравнительной бедностью видового состава, фауна тьянь-шаньской ели также характеризуется высокой степенью эндемизма.

### **Список источников**

1. Залесов С. В. Лесоводство : учебник. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 295 с.

2. Лесоводство: учебник для направления подготовки 35.03.01 «Бакалавр лесного дела» / В. И. Обыденников, С. А. Коротков, В. Д. Ломов, С. Н. Волков. М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 272 с.

3. Бикиров Ш. Б. Биологическое разнообразие лесов Западного Тянь-Шаня и перспективы его сохранения // Актуальные вопросы негосударственного сектора высшего образования Кыргызской Республики: мат-лы науч. конф., посвященный 15-летию Чуйского ун-та. Бишкек, 2005. С. 169–174.

4. Мусуралиев, Т. С., Замошников В. Д., Коблицкая Т. М. Еловые леса Кыргызстана // Лес-Токой. 2002. № 20. С. 14–19.

5. Эльчибаев А. А. К биологии и вредоносности «красной ржавчины» ели тьянь шаньской // Труды Киргизской лесной опытной станции. 1959. Вып. 2. С. 241–248.

Научная статья  
УДК 630\*161.630\*4

## К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ САНИТАРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Л. В. Буряк<sup>1</sup>, Р. В. Котельников<sup>2</sup>, Ю. В. Салцевич<sup>3</sup>, А. А. Агеев<sup>4</sup>,  
С. А. Астапенко<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Филиал ФБУ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства  
и механизации лесного хозяйства «Центр лесной пирологии», Красноярск, Россия

<sup>1, 3, 4</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> Институт леса им В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

<sup>5</sup> Филиал ФБУ «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса  
Красноярского края», Красноярск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Людмила Викторовна Буряк,  
buryaklv@firescience.ru

**Аннотация.** На основе проведенных исследований дана оценка эффективности  
применяемых в нарушенных насаждениях Сибири санитарно-оздоровительных меро-  
приятий и выявлено, что результативность осуществляемых мер значительно снижается  
вследствие несвоевременности их проведения и недостаточности объемов.

**Ключевые слова:** санитарно-оздоровительные мероприятия, лесные районы Сиби-  
ри, эффективность, своевременность

Scientific article

## TO ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY AND EXPECTABILITY OF SANITARY AND IMPROVEMENT MEASURES

Ludmila V. Buryak<sup>1</sup>, Roman V. Kotelnikov<sup>2</sup>, Yulia V. Saltsevich<sup>3</sup>,  
Alexander A. Ageev<sup>4</sup>, Sergey A. Astapenko<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Branch of All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization  
of Forestry “Center of the Forest Pyrology”

<sup>1, 3, 4</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

<sup>1</sup> V.N. Sukachev Institute of Forest of the Siberian Branch of the Russian Academy  
of Sciences – Separate Subdivision of the Federal Research Center  
“Krasnoyarsk Science Center SB RAS”

<sup>5</sup> FBU “Roslesozashchita”, Forest Protection Center of the Krasnoyarsk Territory – Branch  
Corresponding author: Ludmila V. Buryak,  
buryaklv@firescience.ru

**Abstract.** On the basis of the studies carried out, an assessment was made of the  
effectiveness of sanitary and recreational measures used in disturbed plantations in Siberia,

© Буряк Л. В., Котельников Р. В., Салцевич Ю. В., Агеев А. А., Астапенко С. А., 2023

and it was revealed that the effectiveness of the measures taken is significantly reduced due to the untimeliness of their implementation and insufficient volumes.

**Keywords:** sanitary measures, forest regions of Siberia, efficiency, timeliness

Санитарно-оздоровительные мероприятия (СОМ) проводятся на землях лесного фонда Российской Федерации с целью улучшения санитарного состояния лесных насаждений, уменьшения угрозы распространения вредных организмов, обеспечения лесными насаждениями своих целевых функций, а также снижения ущерба от воздействия неблагоприятных факторов [1]. Основными целями мероприятий по защите лесов являются выполнение мер санитарной безопасности в лесах Российской Федерации и ликвидация очагов вредных организмов. В комплекс мер входят лесопатологические обследования, профилактические мероприятия по защите лесов, СОМ; меры по уничтожению или подавлению численности вредных организмов и рубки лесных насаждений в целях регулирования породного и возрастного составов насаждений, заселенных вредными организмами [2]. Ежегодно проводится актуализация информации о санитарном состоянии лесов, наличии погибших и поврежденных насаждений, оставшихся на корню. В последние годы для предварительной оценки состояния лесов и своевременного выявления их изменений широко применяются методы дистанционных наблюдений.

Объемы СОМ, осуществленных на землях лесного фонда Российской Федерации за период с 2019 по 2021 гг., на основе данных ведомственной отчетности Рослесхоза приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

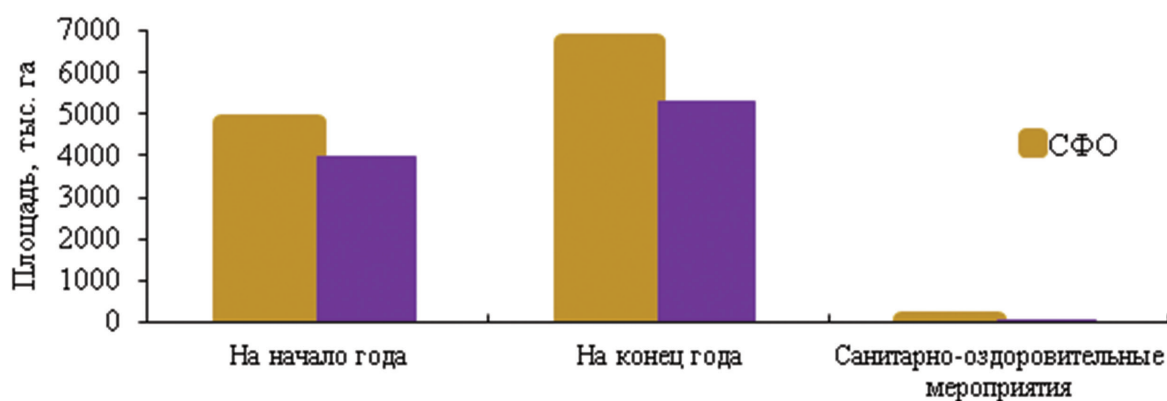
Анализ объемов СОМ на основе данных ведомственной отчетности Рослесхоза

Объемы проведенных СОМ по защите леса в Российской Федерации			
Вид мероприятий	Объем работ		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Лесопатологические обследования, га	899 386,00	808 380,40	607 969,90
Санитарно-оздоровительные мероприятия, га, в том числе:	185 952,30	144 085,10	121 690,20
– сплошные санитарные рубки	82 649,20	60 485,80	54 422,50
– выборочные санитарные рубки	84 957,30	67 492,90	52 885,40
– уборка неликвидной древесины	18 345,80	16 106,40	14 382,30

На территории России из проведенных СОМ ежегодно большая доля приходится на выборочные и сплошные санитарные рубки – в пределах 42–46 % на каждый вид рубки. При этом в Сибирском и Дальневосточном

округах значительно большая доля осуществленных санитарных мероприятий в данный период приходилась на сплошные санитарные рубки (до 76 %).

Отмечается отрицательная динамика объемов лесопатологических обследований и проведения СОМ (табл. 1). При этом объемы запланированных и проведенных в лесном фонде Сибири лесопатологических обследований и СОМ явно недостаточны. Так, согласно «Обзору санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2021 г.», площадь нарушенных насаждений на начало 2021 г. на территории СФО достигала практически 5 млн га, а на территории ДФО – превышала 4 млн га (рисунок). При этом объем проведенных СОМ в этот же год в лесном фонде СФО составил всего лишь 36,5 тыс. га, а в ДФО – 5,5 тыс. га. На конец 2021 г. наблюдается прирост площади нарушенных участков лесных земель, а их площадь на территории СФО достигла почти 7 млн га, а на ДФО – превысила 5 млн га.



Площадь насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью и объем СОМ на территориях СФО и ДФО по данным 2021 г.

Проведенные исследования показали, что результативность осуществляемых СОМ вследствие несвоевременности проведения и недостаточности объемов назначаемых мероприятий (например, в СФО в 2021 г. – менее 36,5 тыс. га) значительно снижается. Несвоевременность проведения СОМ или их отсутствие в нарушенных насаждениях обуславливает потерю древесины технических качеств, прежде всего вследствие заселения поврежденных деревьев стволовыми вредителями, соответственно, в значительной степени снижается и экономическая привлекательность заготавливаемой древесины.

На основе результатов собственных исследований по оценке состояния нарушенных пожарами древостоев, данных 1-субвенции по затратам на проведение сплошных и выборочных санитарных рубок за 2019 г.

и Постановления Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 г. № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» рассчитана эффективность СОМ (табл. 2). При расчете использовались результаты оценки состояния древостоев после воздействия пожаров, полученные в результате 35-летних исследований [3]. Выявленные закономерности основывались на данных по послепожарному состоянию древостоев на более 800 пробных площадях, заложенных в лесных районах Сибири. Для каждого исследованного лесного района данные по запасу и оценка послепожарного состояния древостоя брались для наиболее характерных для данного района лесорастительных условий, а для горных лесов Алтае-Саянских горно-таежного и горно-лесостепного районов – для доминирующих насаждений в доступных для проведения СОМ нижних частях склонов. Ставки платы взяты по лесотаксовым районам, соответствующим изученным лесным районам Сибири, с учетом коэффициента 2019 г.

Класс товарности и расстояние вывозки (в случае доступности участка горельника) выбраны с учетом особенностей лесных районов, в том числе транспортной доступности лесов. Оценка доходов от реализации деловой древесины и дров была дана в случае проведения СОМ на 1–2 год после воздействия характерных для данного лесного района пожаров с наиболее негативными последствиями и через 2–7 лет после их воздействия. Эффективность рассчитали как кратную величину между доходом от реализации древесины и затратами на проведение сплошных и (или) выборочных рубок (см. табл. 2).

Проведенные расчеты показали, что во всех лесных районах на доступных участках лесных земель экономически целесообразно проводить СОМ в 1–2-й год после пожара. В случае более позднего проведения СОМ эффективность и целесообразность санитарных рубок резко снижаются вследствие заселения поврежденных пожарами деревьев стволовыми вредителями. Закономерно, что доходность и эффективность проведения СОМ наиболее высоки в густонаселенных районах с развитой сетью дорог, а например, в Среднесибирском плоскогорном таежном районе доходы от СОМ даже в 1–2-й год после пожара практически равны затратам.

Эффективность проведения СОМ в насаждениях, нарушенных вредными организмами, аналогична показателям, приведенным по нарушенным пожарами участкам. Следует отметить, что в темнохвойных лесах после воздействия шелкопряда сибирского, как правило, требуется проведение сплошных санитарных рубок, а в насаждениях, поврежденных полиграфом уссурийским или иными вредными организмами, – выборочных. При этом также очень важна своевременность проведения СОМ.

Таблица 2

## Оценка экономической целесообразности СОМ в лесных районах Сибири

Показатель	Лесные районы					
	Нижнеангарский таежный	Среднесибирский подтаежно- лесостепной	Алтае-Саянские горно-таежный и горно-лесостеп- ной (нижние части склонов)	Байкальский и Забайкаль- ский горные лесные	Ленточные боры юга Сибири	Среднесибирский плоскогорный таежный
Вид, форма и интенсивность пожара	Низовой устойчивый сильный	Низовой беглый сильный	Низовой беглый сильный	Верховой	Верховой	Низовой устойчивый сильный
Отпад от запаса, %	73	41	37	100	100	66
Запас древостоя до пожара, м <sup>3</sup> /га	300	330	350	250	300	280
Запас погибшей части, м <sup>3</sup> /га	219	135	130	250	300	185
Вид СОМ	Сплошная/ выборочная санитарная рубка	Выборочная санитарная рубка	Выборочная санитарная рубка	Сплошная санитарная рубка	Сплошная санитарная рубка	Сплошная/ выборочная санитарная рубка
Затраты на СОМ, руб./га	9239,38 / 5553,75	5553,75	5553,75	9239,38	9239,38	9239,38 / 5553,75
Доходы, руб./га (СОМ до 2 лет после пожара)	14114,07/10327,19	12653,5	8170,57	9911,03	25355,07	9269,89/6124,75
Эффективность	1,53/1,86	2,28	1,47	1,07	2,74	1,00/1,10
Доходы, руб./га (СОМ 2–7 лет после пожара)	2578,11/1953,79	3568,94	2911,30	1712,32	4613,87	1561,78/1031,89
Эффективность	0,28/0,35	0,64	0,52	0,19	0,50	0,17/0,18

Естественно, что целесообразность и эффективность проведения санитарно-оздоровительных мероприятий определяются не только доходами от реализации древесины. Необходимость проведения СОМ и их целесообразность определяются целым комплексом факторов. В том числе, отсутствие СОМ может привести к потере нарушенными насаждениями биологической устойчивости. Заселение погибших и ослабленных деревьев вторичными вредителями способствует появлению в древостоях миграционных очагов и увеличению площади повреждения. Выявлено, что в хвойных лесах Сибири и Дальнего Востока пожары относятся к основному фактору возникновения очагов массового размножения стволовых вредителей [4, 5]. Кроме того, захламливание нарушенных участков лесных земель вывалившимися деревьями обуславливает возрастание природной пожарной опасности [6] и усугубление отрицательных последствий воздействия последующих пожаров, в том числе за счет больших выбросов углерода и продуктов сгорания в атмосферу. Необходимо отметить, что в случае отсутствия естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель в дальнейшем потребуются проведение лесокультурных мероприятий, а это невозможно осуществить на захламленных участках. Следует учесть и то, что расчистка лесокультурных площадей перед посадкой в настоящее время нормативными документами не предусмотрена. Соответственно, с учетом экологических факторов, проведение СОМ на доступных участках лесных земель желательно и в более поздние сроки.

С целью повышения объективности оценки эффективности и целесообразности проведения СОМ было учтено мнение специалистов лесной отрасли. Был проведен опрос, в котором приняло участие 579 специалистов из всех федеральных округов Российской Федерации, в основном работников лесничеств и специализированных учреждений лесного хозяйства. Опрос показал, что значительная доля респондентов считают достаточным перечень осуществляемых СОМ (88,3 % от опрошенных), отмечая при этом недостаточность объемов проводимых мероприятий и несвоевременность их проведения. Основными причинами ухудшения санитарного состояния лесов респонденты СФО, ДФО и УФО считают лесные пожары, ветровалы и насекомых-вредителей. Около половины респондентов (49,6 %) отмечают, что затраты на проведение СОМ не окупаются реализацией древесины, но необходимо предотвращать вывал деревьев за счет их своевременной рубки. Экономически не целесообразным более 43 % респондентов считают проведение СОМ на удаленных и труднодоступных участках лесных земель. Отмечается и нецелесообразность проведения СОМ на территориях ООПТ (32 % от опрошенных), что, вероятно, является оправданным только для территорий заповедников.



В целом оценка эффективности и экономической целесообразности применяемых в нарушенных насаждениях Сибири СОМ показала, что результативность осуществляемых мер значительно снижается вследствие несвоевременности проведения и недостаточности объемов назначаемых СОМ. Несвоевременность проведения СОМ или их отсутствие в нарушенных насаждениях обуславливает потерю древесины ее технических качеств, соответственно, в значительной степени снижается и экономическая привлекательность заготавливаемой древесины. При этом заселение погибших и ослабленных деревьев вторичными вредителями способствует появлению в древостоях миграционных очагов и увеличению площади повреждения, а захламливание нарушенных участков лесных земель вывалившимися деревьями обуславливает возрастание природной пожарной опасности и усугубление отрицательных последствий воздействия при последующих пожарах.

### *Список источников*

1. Приказ Минприроды России от 12.09.2016 № 470 (ред. от 27.02.2020) «Об утверждении Правил осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов» // Гарант : [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/71586764/?ysclid=lm30mjt090987918384> (дата обращения: 25.05.2023).
2. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2017 год. Пушкино : Рослесозащита, 2018. 106 с.
3. Динамика состояния темнохвойных древостоев после воздействия низовых пожаров на территории Центральносибирского заповедника / Д.С. Зарубин, Л.В. Буряк, Е.А. Кукавская, О.П. Каленская // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на ООПТ. 2019. № 3. С. 31–37.
4. Мамаев Б.М. Стволовые вредители лесов Сибири и Дальнего Востока. М. : Агропромиздат, 1985. 208 с.
5. Земкова Р.И. Стволовые вредители темнохвойных лесов западного Саяна. Красноярск : Институт леса и древесины СО АН СССР, 1965. 86 с.
6. Определение санитарного состояния древостоев / С.В. Залесов [и др.] // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 54–61.

### *Информация об авторах*

Людмила Викторовна Буряк – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории пирологии, [buryaklv@firescience.ru](mailto:buryaklv@firescience.ru);

Роман Владимирович Котельников – кандидат технических наук,  
директор филиала ФБУ ВНИИЛМ,  
kotelnikovrv@firescience.ru;

Юлия Викторовна Салцевич – аспирант 4-го года,  
инженер-исследователь лаборатории пирологии,  
salcevichyv@firescience.ru;

Александр Александрович Агеев – кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент, зав. лабораторией защиты и воспроизводства лесов,  
ageevaa@firescience.ru;

Сергей Алексеевич Астапенко – кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории защиты и воспроизводства лесов,  
astapenkosa@firescience.ru

### *Information about the authors*

Ludmila V. Buryak – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Chief Researcher of the Laboratory of Pyrology,  
buryaklv@firescience.ru;

Roman V. Kotelnikov – Candidate of Technical Sciences,  
Director of the branch of the FBU VNIILM,  
kotelnikovrv@firescience.ru;

Yulia V. Saltsevich – graduate student of the 4th year, research engineer  
of the laboratory of pyrology,  
salcevichyv@firescience.ru;

Alexander A. Ageev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
head. laboratory of forest protection and reproduction,  
ageevaa@firescience.ru;

Sergey A. Astapenko – Candidate of Biological Sciences,  
Senior Researcher at the Laboratory of Forest Protection and Reproduction,  
astapenkosa@firescience.ru

## ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ

Регина Рафаиловна Байтурина<sup>1</sup>, Ленара Рушановна Салимьянова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>1</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

<sup>1</sup> aspirant\_bsau@mail.ru

<sup>2</sup> lenara.muhametzyanova@gmail.com

**Аннотация.** Комплексные экологические исследования: оценка концентрации мелкодисперсной пыли PM10 и PM2,5 в атмосферном воздухе урбанизированных территорий, а также анализ пространственно-временной изменчивости потоков основных парниковых газов в условиях парковых зон г. Уфы вызывают интерес и являются актуальными в настоящее время.

**Ключевые слова:** почва, городские насаждения, озеленение, благоустройство, потоки углерода

Scientific article

## GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND FINE DUST CONCENTRATIONS IN URBAN PLANTINGS

Regina R. Baiturina<sup>1</sup>, Lenara R. Salimyanova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>1</sup> Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

<sup>1</sup> aspirant\_bsau@mail.ru

<sup>2</sup> lenara.muhametzyanova@gmail.com

**Abstract.** Comprehensive environmental studies: assessment of the concentration of fine dust PM10 and PM2.5 in the atmospheric air of urbanized areas, as well as the analysis of spatial and temporal variability of fluxes of major greenhouse gases in the park areas of Ufa is of interest and is relevant at the present time.

**Keywords:** soil, urban plantings, landscaping, carbon flows

Большая часть токсических выбросов в городскую среду сосредотачивается на поверхности почвы, где и происходит их поэтапное накопление. Вследствие этого изменяются физико-химические качества субстрата.

Техногенные потоки, возникающие вследствие хозяйственно-бытовых действий городских жителей, поставляют в окружающую среду загрязняющие элементы в виде твердых остатков, стоков, газовых и пылевых выбросов. Важность грунта в городе существенна. Выполняя значительные средообразующие функции, почва изменяет свой химический состав, являясь многоцелевым биологическим адсорбентом. Озелененные территории в городе достаточно непостоянны к антропогенным нагрузкам, в том числе вследствие увеличения запыленности атмосферы токсичными элементами [5].

**Цель исследования** состоит в проведении комплексных экологических исследований: оценки концентрации PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> в атмосферном воздухе и анализе пространственно-временной изменчивости потоков основных парниковых газов в условиях парковых зон г. Уфы. В соответствии с целью поставлены задачи по исследованию сезонной динамики почвенных потоков парниковых газов в урбаноземах.

**Материалы и методы.** Для изучения показателей применялись для измерения почвенного газообмена *Smart Chamber* и *Li-COR* для определения потока газовой смеси. Для измерения содержания взвешенных твердых частиц на разных расстояниях от автотранспортных дорог использовался прибор экологического контроля *DT-9881M*.

**Результаты исследования.** Обзор литературы говорит о недостаточной изученности вопроса эмиссии парниковых газов в условиях городских экосистем, особенно на территории Российской Федерации. В настоящее время в основном опубликованы работы по исследованиям зарубежных ученых стран Западной Европы и Северной Америки [4–6].

Основным компонентом урбозкосистем считаются городские почвы. Почвенный слой способен выступать как сток, так и как источник парниковых газов. Депонирование углерода все еще малоизвестно для городских и техногенных почв. Резервы углерода в городских почвах отличаются высокой и труднопрогнозируемой неоднородностью [1].

Для проведения исследований выбраны участки на территории города зеленых насаждений: сквер 50-летия Победы; парки им. М. Гафури и «Первомайский»; лесопарк им. Лесоводов Башкортостана (рис. 1).

Как известно, разложение органического элемента приводит к формированию метана, а также углекислого газа, мигрирование которых повышает их скопление в почвенном воздухе. Концентрация углекислого газа в почвенном воздухе характеризуется в большей степени низкими и средними показателями. Наименьшие показатели концентрации CO<sub>2</sub> были выявлены в сквере 50-летия Победы, а самые максимальные показатели в парке имени Лесоводов Башкирии. Показатели концентрации CH<sub>4</sub> распределились

наоборот: минимальные показатели – в парке имени Лесоводов Башкортостана, а максимальные – в сквере 50-летия Победы.

Изучение эмиссии углекислого газа в атмосфере показало те же результаты, что и содержание  $\text{CO}_2$  в почвах. На участках вдоль автомобильных дорог наблюдалось увеличение эмиссии углекислого газа по отношению к почвам зеленых насаждений парков и лесопарка в пределах 50 %.



Рис. 1. Участки замеров в пределах исследуемой территории (спутниковые снимки (<https://www.google.com/maps>))

Показатели содержания  $\text{CH}_4$  выше на открытых участках вдоль автодорог с интенсивным движением по сравнению с озелененными участками парковых зон. А на изучаемых площадках при сквере наблюдалось увеличение концентрации метана. Отметим, что величина содержания  $\text{CH}_4$  в приземном слое атмосферы на разных высотах не изменяется. Анализ динамики потока выявил зависимость изменения и его концентрации.

На рис. 2 и 3 представлены результаты отбора проб на содержание  $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$  вдоль автомагистралей в местах большого скопления людей в часы пик – на остановках и в насаждениях. Выявлено превышение разовых концентраций взвешенных частиц до уровня 1,5 ПДК.

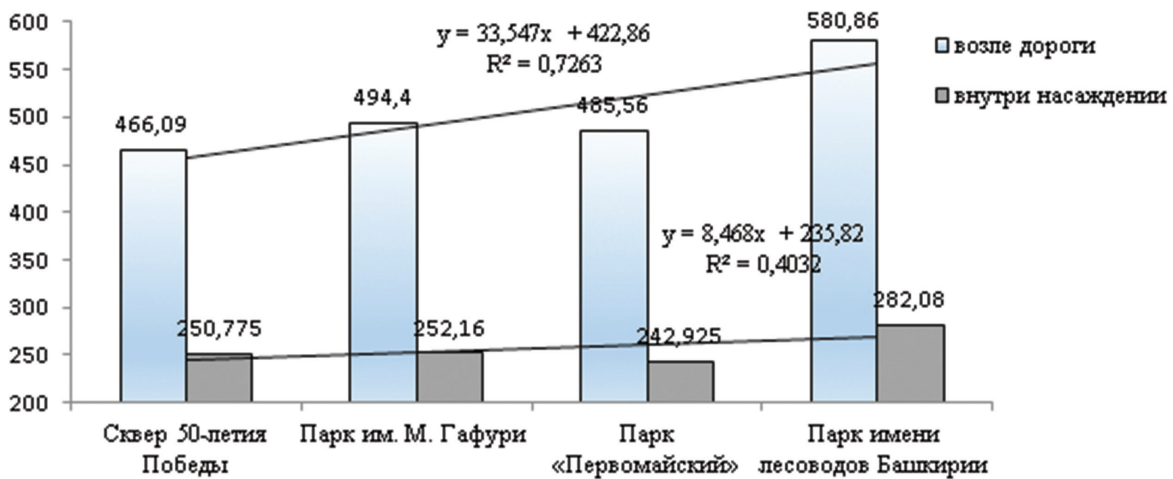


Рис. 2. Концентрация CO<sub>2</sub>, (umol+1mol-1)

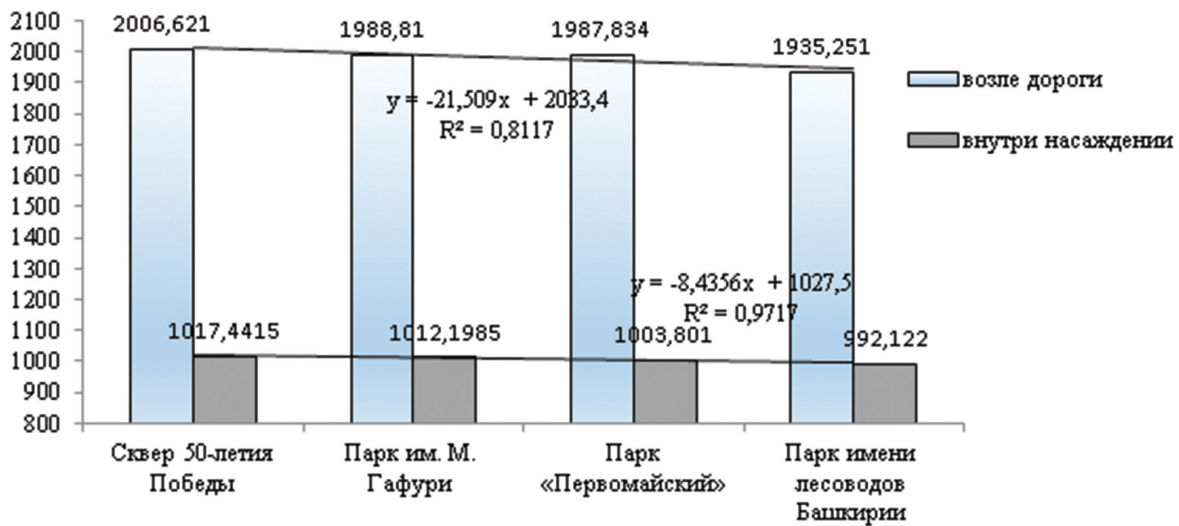


Рис. 3. Концентрация CH<sub>4</sub> (nmol+1mol-1)

Также в ходе измерений выявлена четкая зависимость корреляционной связи почвенных потоков CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от температуры на каждом объекте исследования (рис. 4–7).

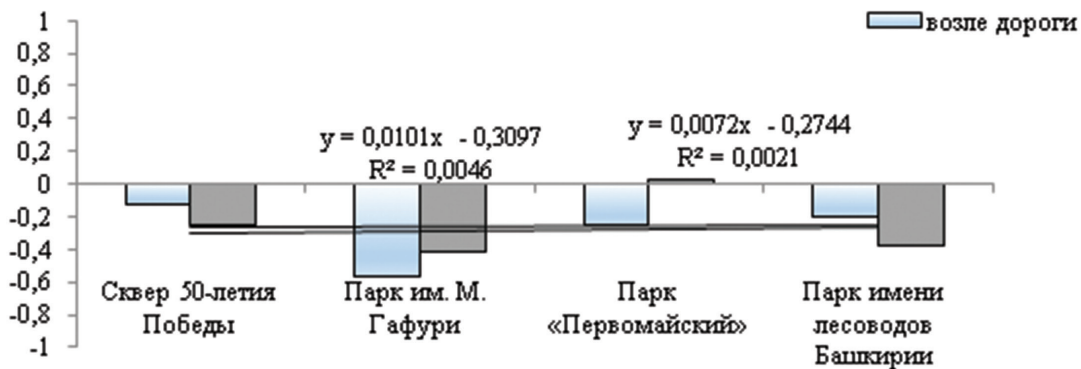


Рис. 4. Поток CO<sub>2</sub> (umol+1m-2s-1)

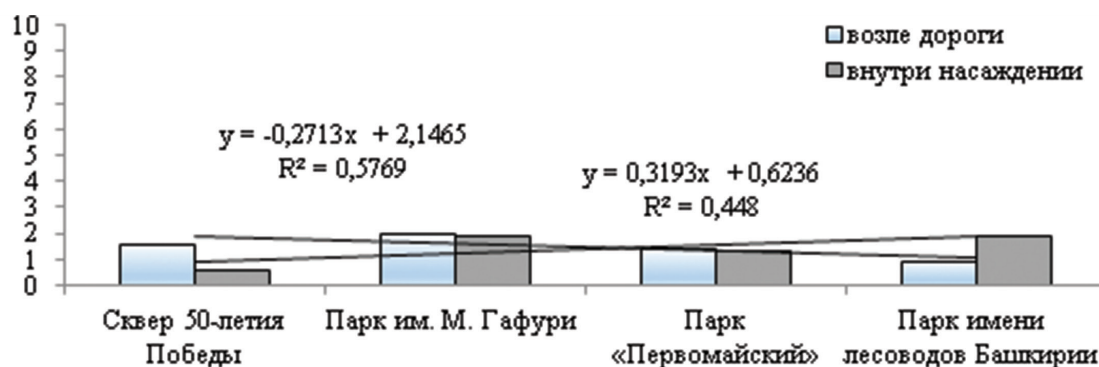


Рис. 5. Поток CH<sub>4</sub> (nmol+1m-2s-1)



Рис. 6. Концентрация частиц PM<sub>2.5</sub> в парковых насаждениях и вдоль автомагистралей

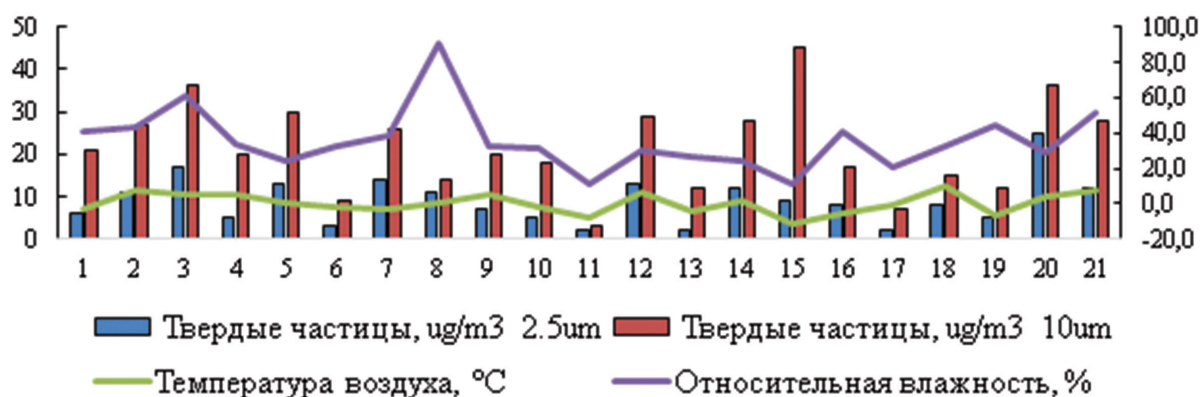


Рис. 7. Влияние метеорологических условий на концентрацию мелкодисперсных частиц

При проведении замеров по содержанию мелкодисперсных частиц не выявлены отклонения от норм стандарта. Тесная связь между метеоданными и твердыми частицами не обнаружена: коэффициент корреляции содержания PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> от температуры воздуха составил 0,5, а от относительной влажности воздуха – 0,26.

**Выводы.** В результате исследований полученные результаты по содержанию PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>, зафиксированных на участках г. Уфа с интенсивным движением автотранспорта, не превысили максимально допустимых концентраций. При этом выявлена связь содержания мелкодисперсных фракций от интенсивности движения автотранспорта, а существенной связи между количеством транспорта и концентрацией пылевых частиц в насаждениях не обнаружено.

Первая серия опытов по концентрации CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> проведена в осенний и весенний периоды. Авторы приходят к выводу о необходимости продолжения проведения исследований на пробных площадях для закрепления или опровержения полученных результатов.

Одной из ключевых проблем является масштабное количество выбросов в атмосферу, в большинстве случаев это метан и углекислый газ, поэтому в отношении выполнения экологических функций природным экосистемам, в том числе насаждениям, уделяется все больше интереса с каждым годом.

### *Список источников*

1. Анализ ввозимых почвогрунтов для прогнозирования запасов углерода в почвенных конструкциях Московского мегаполиса / И. П. Брянская [и др.] // Почвоведение. 2020. № 12. С. 1537–1546.
2. Кузнецова А. И. Влияние растительности на запасы почвенного углерода в лесах (обзор) // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4, № 4. С. 41–95.
3. Замолодчиков Д. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах. 2011. № 4 (29). С. 15–22.
4. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2003.
5. Соотношение углерода и азота в почве под кронами деревьев, высокой травой и газоном в городских зеленых зонах J Environ Qual. 2022. Vol. 65 (1). DOI: 10.2134/jeq2015.03.0121. URL: <https://iacj.eu/index.php/iacj/issue/view/24> (accessed: 25.05.2023).
6. Assessment of atmospheric air quality in urbanised areas of the southern Urals / R. R. Baiturina [et al.] // International Journal of Environmental Studies. 2022. P. 1–8. DOI: 10.1080/00207233.2022.2103986.



## КЛИМАТИЧЕСКИЙ ОТКЛИК В ПРИРОСТЕ МОЛОДНЯКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Светлана Юрьевна Бахтина<sup>1</sup>, Руслан Юлаевич Янбаев<sup>2</sup>,  
Алексей Юрьевич Кулагин<sup>3</sup>, Юлай Аглямович Янбаев<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>3,4</sup> Уфимский институт биологии Уфимского федерального  
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

<sup>1</sup> svetlana.bakhtina@inbox.ru

<sup>2</sup> ruslan.yanbaev@list.ru

<sup>3</sup> coolagin@list.ru

<sup>4</sup> Yanbaev\_ua@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты анализа климатического отклика в линейном приросте сосны обыкновенной на территории Учалинского горно-обогатительного комбината. Параметр в семи изученных выборках изменялся от 8,7 до 65,9 см. Выявлены месяцы, критичные для роста и влияние на это степени сомкнутости молодняка.

**Ключевые слова:** промышленное загрязнение, климатический отклик, сосна

**Благодарности:** работа была проведена в рамках реализации грантов Президента Российской Федерации на государственную поддержку молодых российских ученых МК-3699.2022.5 (Р.Ю. Янбаев и С.Ю. Бахтина) и Министерства образования и науки Республики Башкортостан НОЦ-РМГ-2021 «Создание методологических основ оценки баланса парниковых газов и определении потенциала депонирования углерода в экосистемах», выполнена с использованием оборудования центра коллективного пользования «Агидель» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 123020700152–5 FMRS-2023–0008 «Устойчивость лесообразующих древесных видов и эколого-биологические адаптации с учетом антропогенной трансформации ландшафтно-природных комплексов» (Ю. А. Янбаев, А. Ю. Кулагин, С. Ю. Бахтина).

## CLIMATIC RESPONSE IN THE INCREMENT OF SCOTS PINE YOUNG TREES UNDER INDUSTRIAL POLLUTION

Svetlana Yu. Bakhtina<sup>1</sup>, Ruslan Yu. Yanbaev<sup>2</sup>, Aleksey Yu. Kulagin<sup>3</sup>,  
Yulay A. Yanbaev<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>3,4</sup> Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Ufa, Russia

<sup>1</sup> svetlana.bakhtina@inbox.ru

<sup>2</sup> ruslan.yanbaev@list.ru

<sup>3</sup> coolagin@list.ru

<sup>4</sup> Yanbaev\_ua@mail.ru

**Abstract.** Analysis of the climatic response in the Scots pine linear increment near the Uchalinsky Mining and Processing Plant is presented. The parameter varied within 8.7–65.9 cm in the 7 samples studied. The critical months have been identified, as well as the effects of the crown closures.

**Keywords:** industrial pollution, climate response, pine

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the grants' implementation of the President of the Russian Federation for state support of young scientists MK-3699.2022.5 (Yanbaev R. & Bakhtina S.), and the Ministry of Education and Science of the Republic of Bashkortostan REG-RMG-2022 "Creation of methodological foundations for evaluating of greenhouse gases balance and determining the carbon sequestration potential in ecosystems" (Yanbaev Y. & Kulagin A.).

Отходы горнодобывающей промышленности, включающие тяжелые металлы, из-за своей токсичности наносят существенный вред здоровью и жизнедеятельности человека [1]. Открытые горные разработки представляют наглядное доказательство такого изменения природной среды и наносимого вреда всем ее компонентам [2]. Естественное возобновление древесных растений является одним из возможностей аккумуляции экотоксикантов и разрыва их участия в кругообороте веществ [3]. Возможность этого зависит от состояния древесных пород, триггером чего, кроме созданных человеком экстремальных лесорастительных условий, является ускоряющееся изменение климата [4]. Существуют разнообразные лабораторные и полевые способы определения успешности роста и развития деревьев в экологически экстремальных условиях. В их число входит величина годичного прироста деревьев, являющаяся объективным, сравнительно недорогим и доступным для изучения в полевых условиях показателем [3]. Для подроста и молодняка хвойных древесных видов таким легко измеряемым признаком является

линейный прирост, измерение которого сводится к определению ежегодно образуемых мутовок главного стебля.

Целью проведенной работы является анализ климатического отклика в приросте молодняка сосны обыкновенной в техногенной зоне Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК). Предприятие является одним из ведущих поставщиков концентрата медно-колчеданных руд металлургической отрасли России [2], в результате чего образовало техногенно трансформированные ландшафты на 1252 га. В настоящее время на северной и восточной окраинах техногенной зоны комбината наблюдается интенсивно лесовозобновление сосной обыкновенной.

На этих территориях нами сформированы семь выборок растений 20–25 лет (по 15 в каждой), представляющих две группы. Первая из них представляет сомкнутый молодняк (выборки обозначены 1Мз, 2Мз, 3Мз и 4Мз), различающийся по степени удаления от промышленных отвалов (от их подножия до 1,5 км) и нарушенности почвенного слоя. Вторая группа несомкнутого молодняка (5Мз, 6Мз и 7Мз) включает растения, произрастающие на склонах отвалов вскрышных пород – на субстратах, крайне гетерогенных по мощности почвогрунтов, по водным, физическим и химическим составляющим лесорастительных условий. У каждого растения с помощью мерной ленты измерен линейный прирост с точностью до 1 см. Среднемесячные значения осадков и температуры воздуха в 2009–2013 гг. были получены в региональном Башкирском управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды для метеостанции г. Учалы.

Этот период исследования был выбран по двум причинам. Во-первых, за этот отрезок времени были зафиксированы наиболее контрастные различия двух последних десятилетий по количеству осадков. Большая часть осадков выпала летом, за исключением 2010 г., когда за сезон было всего 73,2 мм дождей. Но дожди были аномально высокими в течение летних периодов 2011 и 2013 гг. (107,5, и 136,0 мм соответственно, при 24,4–60,8 в остальные три года). При этом годовые и сезонные температуры изменялись в течение 60 месяцев без экстремальных годовых значений. Во-вторых, растения в исследованном 12–16-летнем (2009–2013 гг.) возрасте еще мало конкурировали друг с другом за доступ к солнечному свету из-за отсутствия смыкания их крон в тот период времени. Оба этих подхода позволяли рассчитывать на лучшее выявление климатического сигнала в приросте сосны обыкновенной.

Для описательного и корреляционного анализов использовалась программа *STATISTICA* 13.3. После предварительной проверки распределений данных по критерию Шапиро-Уилка и подтверждения факта их небиномиального характера, для сравнения значений климатических параметров и годового прироста деревьев был выбран рекомендуемый в этих случаях

коэффициент корреляции Спирмена R. Кроме корреляционного анализа, вычислялись параметры описательной статистики – средняя, ее ошибка, медиана, пределы изменения признаков, коэффициент вариации. Статистическая значимость различий средних величин определялась с применением критерия  $\chi^2$ .

В выборках сомкнутого молодняка линейный прирост растений статистически значимо ( $p < 0,05$ ) уменьшался по мере приближении к отвалам вскрышных пород (табл. 1) от 1Мз и 2Мз к 3Мз и 4Мз. Однако маловероятно, что причиной этого является градиент загрязнения тяжелыми металлами – содержание этих экотоксикантов сравнительно равномерно в пределах исследованной нами территории [6]. В то же время между этими двумя парами существуют относительно большие различия в мощности почвенного покрова и почвогрунтов.

Анализ связи прироста с климатическими показателями (табл. 2 и 3) показал разные реакции на динамику месячных величин температуры и количества осадков у сомкнутых и несомкнутых молодняков.

Таблица 1

Годичный линейный прирост молодняка сосны обыкновенной в 2009–2013 гг. в техногенной зоне УГОК (в см)

№	Годы прироста					Среднее	M, см	C, %
	2009	2010	2011	2012	2013			
Сомкнутые молодняки у подножья промышленных отвалов								
1Мз	53,0 ± 6,7	53,5 ± 3,5	69,5 ± 4,7	67,0 ± 2,4	79,3 ± 1,7	64,5 ± 2,8	64,5	19,7
2Мз	54,8 ± 6,6	54,0 ± 6,1	70,0 ± 7,8	74,7 ± 4,0	76,0 ± 4,7	65,9 ± 3,2	64,5	22,0
3Мз	38,5 ± 9,6	39,0 ± 4,8	38,5 ± 9,9	42,2 ± 6,5	56,5 ± 4,4	43,0 ± 3,3	43,0	34,8
4Мз	37,2 ± 2,7	35,5 ± 2,5	34,2 ± 2,4	40,5 ± 3,0	41,8 ± 2,8	37,9 ± 1,2	37,0	14,7
Несомкнутые молодняки на промышленных отвалах								
5Мз	15,6 ± 2,6	14,1 ± 2,1	13,4 ± 2,7	14,6 ± 2,9	15,9 ± 2,9	14,7 ± 1,1	12,2	55,2
6Мз	11,7 ± 2,2	11,2 ± 1,3	11,5 ± 1,7	12,2 ± 1,6	14,6 ± 2,3	12,2 ± 0,8	11,5	47,4
7Мз	8,9 ± 0,8	8,0 ± 1,4	8,2 ± 1,2	9,8 ± 2,5	8,7 ± 1,2	8,7 ± 0,7	8,3	53,4

Примечание. № – обозначения выборок, M – медиана, C – коэффициент вариации.

В целом, результаты повторяют те же тренды, обнаруженные при изучении динамики прироста в пространстве (см. табл. 1). В первой группе важными (в том числе на статистически достоверном уровне) оказались температуры ноября и декабря предыдущего года, а также марта и апреля года прироста. На этот параметр выраженным было воздействие количества осадков ноября предыдущего года, а также периода с февраль по июль

текущего года. При этом влияние изученных климатических факторов в критические месяцы на линейный прирост являлось как положительным, так и отрицательным. В несомкнутых молодняках (5–7 Мз) коэффициенты Спирмена по всем месяцам были близки к нулю.

В связи со сходством возраста изученных растений, риск влияния на их рост возрастного тренда был минимальным. Кроме того, одиночное произрастание молодняка на склонах отвалов позволяет пренебречь влиянием конкуренции за доступ к свету [7]. Следовательно, отсутствие корреляции между климатическими переменными и линейным приростом в выборках несомкнутого молодняка нельзя объяснить этими причинами. С другой стороны, отсутствие климатического отклика в выборках 5–7 Мз совпадает с крайне низкими значениями линейного прироста, возможно, вызванными низкой обеспеченностью питательными веществами и особой экстремальностью лесорастительных условий склонов отвалов вскрышных пород. Экологическими различиями местообитаний, вероятно, можно объяснить случаи разной критичности климатических условий отдельных месяцев для одного и того же месяца (например, количество осадков марта для выборок 1Мз и 4Мз).

Таблица 2

Корреляции линейного прироста молодняка сосны обыкновенной на территории УГОК и месячных температур

Месяцы	Коэффициент корреляции Спирмена						
	1Мз	2Мз	3Мз	4Мз	5Мз	6Мз	7Мз
Предыдущий год							
Сентябрь	–0,01	0,15	0,00	0,21	0,03	–0,15	0,02
Октябрь	0,08	–0,04	0,20	0,10	0,17	0,09	0,08
Ноябрь	–0,19	–0,33	–0,23	–0,47*	0,03	–0,05	0,05
Декабрь	–0,55*	–0,37	–0,50*	–0,46*	–0,02	–0,12	0,03
Текущий год							
Январь	0,04	0,00	0,08	0,01	0,12	0,04	0,13
Февраль	0,10	–0,10	0,15	–0,06	0,15	0,07	0,08
Март	–0,76***	–0,61**	–0,55	–0,57**	0,11	–0,10	0,05
Апрель	0,50*	0,56**	0,49	0,72***	0,00	0,12	–0,01
Май	–0,28	–0,04	–0,25	–0,02	–0,11	–0,07	–0,08
Июнь	–0,53	–0,33	–0,34	–0,21	0,04	–0,06	–0,02
Июль	0,07	0,24	0,06	0,30	–0,10	0,00	–0,09
Август	–0,18	–0,05	–0,03	0,12	0,05	0,01	–0,03

Примечание. Знаками \*, \*\* и \*\*\* обозначены уровни значимости  $p < 0,001$ ,  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ , соответственно.

Таблица 3

Корреляции линейного прироста молодняка сосны обыкновенной  
в районе УГОК и количества осадков

Месяцы	Коэффициент корреляции Спирмена						
	1Мз	2Мз	3Мз	4Мз	5Мз	6Мз	7Мз
Предыдущий год							
Сентябрь	-0,03	0,07	-0,29	-0,36	-0,02	-0,12	0,03
Октябрь	-0,11	0,05	0,04	0,06	0,02	0,16	-0,02
Ноябрь	-0,56*	-0,32	-0,18	0,05	-0,08	0,09	-0,05
Декабрь	-0,19	-0,36	0,09	-0,03	-0,09	0,08	-0,04
Текущий год							
Январь	0,01	-0,13	-0,04	-0,39	0,09	0,01	0,08
Февраль	0,41	0,35	0,39	0,49*	-0,09	-0,02	-0,01
Март	0,47*	0,30	0,19	-0,15	0,09	0,05	0,03
Апрель	0,78***	0,59**	0,40	0,18	-0,09	0,08	-0,04
Май	0,51	0,52*	0,08	-0,02	-0,03	0,15	-0,03
Июнь	0,70***	0,39	0,34	0,17	-0,12	0,05	-0,08
Июль	0,52*	0,30	0,34	0,43	0,03	0,11	0,03
Август	0,35	0,10	0,14	-0,22	0,12	0,11	0,07

Примечание. Знаками \*, \*\* и \*\*\* обозначены уровни значимости  $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$  и  $p < 0,001$  соответственно.

Результаты наших исследований подтверждают, что динамика роста деревьев в техногенной среде является сложным процессом, зависящим от множества взаимодействующих биотических и абиотических факторов, включая специфические экологические условия, климат, внутри- и межвидовую конкуренцию и др. Возможно, сезонные и месячные температуры и осадки могут влиять на линейный прирост молодняка разнонаправленно и в разной степени, в зависимости от лесорастительных условий, ослабляя или усиливая влияние экстремальных температур и количества осадков. При адаптации к антропогенно трансформированным условиям среды влияние этих факторов на рост сосны обыкновенной может значительно колебаться и демонстрировать разную реакцию на изменчивость климатических факторов. Возможно, при этом могут быть задействованы механизмы структурно-функциональной адаптации растений, сформированные к природным экстремальным факторам.

## *Список источников*

1. Soil metal concentrations and toxicity: associations with distances to industrial facilities and implications for human health Aelion C.M. [et al.] // *Science of the Total Environment*. 2009. V. 407. P. 2216–2223.

2. Ангелов В. А., Ангелова Е. И., Аверьянов К. А. Изучение особенностей вещественного состава хвостов обогащения медно-колчеданных руд Учалинской обогатительной фабрики // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2012. № 5. С. 362–368.

3. Техногенное загрязнение почв тяжелыми металлами и их накопление в листьях и хвое лесообразователей Предуралья / Р. Уразгильдин // *Экология и промышленность России*. 2022. № 26 (6). С. 60–66.

4. Scots pine's capacity to adapt to climate change in hemi-boreal forests in relation to dominating tree increment and site condition / M. Mikalajūnas [et al.] // *iForest – Biogeosciences and Forestry*. 2021. V. 14. P. 473–482.

5. Dobbertin M. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review // *European Journal of forest research*. 2005. V. 124. P. 319–333.

6. Dynamics of annual growth of common pine on industrial dumps of mining companies / S. Y. Bakhtina [et al.] // *Journal of Forestry Research*. 2021. V. 32 (4). P. 1385–1393.

7. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет. 2020. 294 с.

## ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ольга Михайловна Астафьева<sup>1</sup>, Александр Михайлович Астафьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> astafievaom@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> amastafyev45@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена изучению видового состава и количества подроста и подлеска в сосновых насаждениях искусственного происхождения в районе Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Учет подроста и подлеска производился на учетных площадках размером 2 × 2 м на четырех пробных площадях в различных зонах поражения аэропромвыбросами. На каждой пробной площадке для определения таксационных показателей древостоев проводился сплошной пересчет деревьев по диаметру и частичный обмер высот деревьев.

*Ключевые слова:* сосняки, естественное возобновление, подрост, подлесок, атмосферное загрязнение

Scientific article

## ASSESSMENT OF THE REGENERATION OF PINE FORESTS IN CONDITIONS OF ATMOSPHERIC POLLUTION

Olga M. Astafieva<sup>1</sup>, Alexander M. Astafiev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> astafievaom@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> amastafyev45@yandex.ru

*Abstract.* The article is devoted to the study of the species composition and quantity of undergrowth and undergrowth in artificial pine plantations in the Pervouralsko-Revdinsky industrial hub area. The undergrowth and undergrowth were accounted for at 2 × 2 m accounting sites on four test areas in various areas affected by aeroprom emissions. On each test area, a continuous enumeration of trees by diameter and a partial measurement of tree heights were carried out to determine the taxational indicators of stands.

*Keywords:* pine forests, natural regeneration, undergrowth, undergrowth, atmospheric pollution



В промышленных регионах для разработки мероприятий по повышению устойчивости лесных насаждений к антропогенному загрязнению и определению стадии их дигрессии занимаются исследованиями всех компонентов леса [1, 2, 3]. Вопросам формирования подроста в сосновых насаждениях на Среднем Урале посвящено немало работ [4, 5]. С учетом изменения факторов окружающей среды и разнообразия условий произрастания, тема оценки состояния подроста заслуживает внимания и нуждается в дальнейшем исследовании.

Весь район исследования представляет собой вытянутый в восточном направлении эллипс с максимальной осью около 30 км и минимальной – 20 км. Зона сильного поражения простирается с запада на восток и с севера на юг около 9 и 10 км соответственно. Зона среднего поражения выделена вслед за первой и занимает территорию протяженностью с западной стороны около 2,5 км, с восточной – 4, с северной – 2,5 и с южной – 3 км. Зона слабого поражения простирается приблизительно на 5, 8, 4 и 4 км соответственно в западном, восточном, северном и южном направлениях. Зонирование выполнено ранее Б. С. Фимушиным (1988) [1, 6]. Пробные площади 5, 16 и 32 расположены в зоне сильного, среднего и слабого поражения соответственно, пробная площадь 47 – в фоновых условиях.

В табл. 1 приведена лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений в различных зонах поражения аэропромвыбросами.

*Таблица 1*

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях в разных зонах поражения на 1 га

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Элемент леса	Высота, м	Диаметр, см	Тип леса	Класс бонитета	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>
Зона сильного поражения									
5	8С2Б	56	С Б	15 15	15 14	ЕСЯГ	3	0,6	168 32
Зона среднего поражения									
16	10С	56	С	20	21	СРТР	2	1,0	563
Зона слабого поражения									
32	10С + Б	57	С	21	20	СЯГ	1	1,0	400
Контроль									
47	10С + Л	59	С Л	20 20	20 14	СРТР	1	1,0	443 19

Возраст сосняков на момент исследования 56–59 лет. По составу лесные насаждения чистые сосновые или с преобладанием сосны обыкновенной. Следует отметить, что все пробные площади заложены в сосняках и сосняках-ельниках ягодникового и разнотравного типов леса искусственного происхождения. Как видно из табл. 1, класс бонитета по мере приближения к источникам выбросов снижается. Так, сосновые насаждения в фоновых условиях и зоне слабого поражения характеризуются 1 классом бонитета, зоне среднего поражения – 2, а зоне сильного поражения – 3. Исследования показали, что средняя высота и диаметр древостоев сосны обыкновенной в зонах среднего и слабого поражения и фоновых условиях сопоставимы, в зоне сильного поражения значительно ниже (5–6 м и 5–6 см соответственно). Следует отметить, что средняя высота древостоя березы повислой и сосны обыкновенной в зоне сильного поражения одинакова и составляет 15 м, а средний диаметр березы повислой на 1 см меньше, чем у сосны обыкновенной. В фоновых условиях средняя высота лиственницы и сосны обыкновенной одинакова и составляет 20 м, но средний диаметр лиственницы ниже на 6 см. Анализ полученных данных показал, что в зоне сильного поражения промышленными поллютантами полнота сосновых насаждений составляет 0,6, а в зонах среднего и слабого поражения и в фоновых условиях – 1,0. Анализ полученных данных показал, что запас в зоне сильного поражения минимальный и составляет лишь 200 м<sup>3</sup>/га, в зоне слабого поражения и фоновых условиях – 400 и 462 м<sup>3</sup>/га соответственно.

В табл. 2 приведена характеристика естественного возобновления на пробных площадях в различных зонах поражения.

Как видно из табл. 2, на пробных площадях встречаются всходы ели и пихты в зонах сильного и среднего поражения аэропромвыбросами 10,0 и 19,2 тыс. экз./га соответственно. Следует отметить, что в зоне среднего поражения встречаются только всходы ели. В зоне сильного поражения количество всходов ели и пихты составляет 5,5 и 4,5 тыс. экз./га соответственно.

В зоне сильного поражения 0,9 тыс. экз./га подростки были отнесены к категории «нежизнеспособный». В зоне слабого поражения и в фоновых условиях количество жизнеспособного подростка составляет 1,8 тыс. экз./га. Следует отметить, что на 47 пробной площади встречается только еловый подрост. В зоне слабого поражения почти треть экземпляров подростка ели, а остальные – подростки пихты. Наибольшее количество жизнеспособного подростка наблюдается в зоне среднего поражения и составляет 17,4 тыс. экз./га. На 16 пробной площади насчитывается 16,4 тыс. экз./га подростка ели и 1,0 тыс. экз./га подростка пихты. В зоне сильного поражения всего насчитывается 7,3 тыс. экз./га жизнеспособного подростка и 3,8 и 3,5 тыс. экз./га подростка ели и пихты соответственно.

Таблица 2

## Характеристика возобновления на пробных площадях

Древесная порода	Показатель													
	1. Жизнеспособное состояние подростов, тыс. экз./га		2. Возрастная структура жизнеспособного подростов				3. Высотная структура жизнеспособного подростов			4. Таксационная характеристика жизнеспособного подростов				
			Входы, тыс. шт./га	Возраст, лет			Высота, м			Встречаемость, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Лесота, тыс. экз./га	Прирост, см
Жизнеспособный	Нежизнеспособный	3-5		6-10	11-15	16 и более	до 0,5	0,6-1,5	1,6 и более					
Зона сильного поражения, пробная площадь 5														
Ель	5,5	3,8	0,5	-	1,6	2,2	0,9	2,9	-	64,0	14,0	0,7	3,8	4,0
Пихта	4,5	3,5	0,4	-	0,5	0,7	2,3	2,2	0,9	45,0	14,0	0,9	3,5	7,0
Всего, тыс. экз./га	10,0	7,3	0,9	-	0,5	2,3	4,5	5,1	0,9	81,0	14,0	-	7,3	-
Зона среднего поражения, пробная площадь 16														
Ель	19,2	16,4	-	2,5	10,5	2,6	0,8	2,4	-	90,0	8,0	0,4	16,4	5,0
Пихта	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-	1,0	10,0	18,0	1,7	1,0	10
Всего, тыс. экз./га	19,2	17,4	-	2,5	10,5	2,6	1,8	2,4	1,0	100	-	-	17,4	-
Зона слабого поражения, пробная площадь 32														
Ель	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5	-	10,0	12,0	0,4	0,5	3,0
Пихта	-	1,3	-	-	0,5	0,8	-	0,8	-	20,0	12,0	0,8	1,3	6,0
Всего, тыс. экз./га	-	1,8	-	-	0,5	1,3	-	1,0	0,8	30,0	12,0	0,6	1,8	-
Контроль, пробная площадь 47														
Ель	-	1,8	-	-	0,8	1,0	-	0,8	1,0	20,0	18,0	1,6	1,8	9,0
Всего, тыс. экз./га	-	1,8	-	-	0,8	1,0	-	0,8	1,0	20,0	18,0	1,6	1,8	9,0

В зоне сильного поражения подрост ели старше 10 лет, а пихты – 5 лет. Следует отметить, что возраст более 60 % подростка составляет 16 и более лет. В зоне среднего поражения подрост ели представлен во всех возрастных группах, тогда как пихты – только в группе старше 16 лет. При этом большая часть подростка ели отнесена к группе от 6–10 лет. В зоне слабого поражения возраст подростка ели составляет 11–15 лет, пихты – 6–15 лет. Подрост ели в фоновых условиях представлен в возрастных группах от 11 до 15 лет и 16 лет и более.

Более 70 % жизнеспособного подростка ели в зоне сильного поражения отнесено к группе от 0,6 до 1,5 м, оставшиеся – к группе до 0,5 м. В зоне среднего поражения высота большей части жизнеспособного подростка не превышает 0,5 м. Жизнеспособный подрост пихты в зоне среднего поражения имеет высоту 1,6 м и более. В зоне слабого поражения высота подростка ели не превышает 0,5 м, а пихты – 1,5 м. В фоновых условиях высота жизнеспособного подростка ели выше 0,6 м.

Встречаемость жизнеспособного подростка в зоне сильного и среднего поражения высокая и составляет 81 и 100 % соответственно. В зоне слабого поражения и фоновых условиях встречаемость подростка ели и пихты ниже и равна 30 и 20 % соответственно.

В табл. 3 приведена характеристика подлеска в различных зонах атмосферного загрязнения.

Таблица 3

Характеристика подлеска  
в различных зонах атмосферного загрязнения

№ ПП	Название вида	Количество стволов, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Средняя высота, м
5	Рябина обыкновенная	6,4	36	0,6
	Боярышник обыкновенный	1,8	9	0,2
	Малина лесная	10,0	36	0,6
	Калина обыкновенная	3,6	18	0,7
16	Малина лесная	11,0	40	0,6
	Рябина обыкновенная	2,0	20	0,3
32	Малина лесная	5,0	30	0,5
47	Малина лесная	53,0	90	1,4
	Черемуха обыкновенная	16,0	40	2,3
	Рябина обыкновенная	5,0	40	2,7
	Смородина красная	1,0	10	1,5
	Калина обыкновенная	2,0	10	0,8

Как видно из табл. 3, в зоне сильного поражения аэропромвыбросами в составе подлеска встречаются рябина обыкновенная, боярышник обыкновенный, малина лесная и калина обыкновенная. Встречаемость рябины обыкновенной и малины лесной достаточно высокая и составляет 36 %. Реже всего встречается боярышник обыкновенный (9 %). Наибольшее количество стволов малины лесной и рябины обыкновенной и составляет 10 и 6, 4 тыс. шт./га соответственно. При этом средняя высота рябины обыкновенной, малины лесной и калины обыкновенной не превышает 0,7 м, а боярышника обыкновенного – 0,2 м.

В зоне среднего поражения поллютантами встречаемость малины лесной и рябины обыкновенной составляет 40 и 20 % соответственно. При этом количество стволов малины лесной и рябины обыкновенной составляет 11 и 2 тыс. шт./га соответственно. Следует отметить, что высота подлеска на данной пробной площади не превышает 0,6 м.

В зоне слабого поражения встречается лишь 5 тыс. шт./га малины лесной со средней высотой до 0,5 м. Встречаемость подлеска на пробной площади 32 составляет лишь 30 %.

В фоновых условиях в сосняке наиболее разнообразный состав подлеска: малина лесная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, смородина красная и калина обыкновенная. Количество стволов малины лесной достаточно высокое и составляет 53 тыс. шт./га. Также встречается 16 тыс. шт./га черемухи обыкновенной, 5 тыс. шт./га рябины обыкновенной. Следует отметить, что встречаемость малины лесной составляет 90 %, черемухи и рябины обыкновенной – 40 %, а смородины красной и калины обыкновенной – 10 %. При этом средняя высота калины обыкновенной составляет 0,8 м, малины лесной и смородины красной – 1,4 и 1,5 м соответственно, черемухи обыкновенной и рябины обыкновенной – выше 2 м (2,3 и 2,7 м соответственно).

Исследования показали, что по мере приближения к источникам выбросов снижается производительность сосновых насаждений искусственного происхождения. Наблюдается снижение таких таксационных показателей древостоя, как полнота и запас. Следует отметить и более низкие показатели средней высоты и среднего диаметра по каждой древесной породе, входящей в состав насаждения.

На всех пробных площадях наблюдается отсутствие подроста сосны, что может свидетельствовать о смене пород в рассматриваемых насаждениях и устойчивости елового и пихтового подроста к произрастанию в данных природных условиях.

Жизнеспособный подрост на рассматриваемых пробных площадях имеет различную возрастную и высотную структуру. Следует отметить, что

средняя высота и прирост жизнеспособного подроста возрастает по мере удаления от источников загрязнения.

На пробных площадях, кроме зоны слабого поражения, достаточно разнообразный состав подлеска. Средняя высота и встречаемость подлеска по мере приближения к источнику загрязнения снижается, что свидетельствует об угнетении аэропромвыбросами подлесочных пород.

### *Список источников*

1. Астафьева О.М. Влияние промышленных выбросов на подстилку сосняков в различных зонах поражения // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Нижний Новгород : ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2022. С. 139–142.

2. Залесов С.В. Лесоводство. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

3. Экологическое тестирование пригородных сосняков Красноярска в связи с промышленными выбросами / Г.Г. Полякова [и др.] // Экологический мониторинг: методы и подходы: Материалы Международной сателлитной конференции «Экологический мониторинг: методы и подходы» и XX Международного симпозиума «Сложные системы в экстремальных условиях» (Красноярск, 20–24 сентября 2021 года). Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. С. 178–181.

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». URL: <http://garant.ru> (дата обращения: 12.04.2023).

5. Соловей В.В., Луганский Н.А. Особенности естественного лесовозобновления в искусственных сосняках Билимбаевского лесхоза // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2007. Вып. 1 (29). С. 46–48.

6. Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург : УГЛТА, 1999. 185 с.

7. Pine Stands as Bioindicators: Justification for Air Toxicity Monitoring in an Industrial Metropolis / G. Polyakova // *Environments* 2020. Vol. 7 (4), № 28. P. 1–13. DOI: 10.3390/environments7040028.

Научная статья  
УДК 630.53

## К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ ВОРОНЕЖА

**Марина Владимировна Кочергина**

Воронежский государственный лесотехнический университет,  
Воронеж, Россия  
diamond-kmv@yandex.ru

*Аннотация.* В работе приведены результаты изучения современного состояния городских лесов Воронежа на примере Треугольной рощи. Проведена ландшафтно-экологическая оценка территории, рекомендованы мероприятия по повышению устойчивости и рекреационной привлекательности насаждений.

*Ключевые слова:* городские леса, ландшафтно-экологическая оценка, устойчивость, защитные мероприятия

Scientific article

## TO THE PROBLEM OF INCREASING SUSTAINABILITY URBAN FORESTS OF VORONEZH

**Marina V. Kochergina**

Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia  
diamond-kmv@yandex.ru

*Abstract.* The paper presents the results of studying the current state of Voronezh urban forests on the example of a Triangular grove. A landscape and ecological assessment of the territory was carried out, measures were recommended to increase the sustainability and recreational attractiveness of plantings.

*Keywords:* urban forests, landscape and environmental assessment, sustainability, protective measures

Роль городских лесов для сегодняшнего Воронежа, города-миллионника, огромна. Располагаясь в пределах городской черты, эти насаждения обладают особой экологической ценностью. Кислородная продуктивность, выделение биологически активных веществ, ионизация воздуха, газоочищающая способность – важнейшие свойства растений в урбосреде. В связи с сокращением площадей зеленого фонда городские леса интенсивно используются в рекреационных целях, создавая условия для массового отдыха

населения. Первостепенная задача – поддержание таких насаждений в состоянии экологического равновесия и биологического разнообразия [1].

Вопросы, затрагивающие роль городских лесов в решении экологических проблем, поднимаются в различных регионах России [2, 3, 4, 5]. Авторы анализируют современное состояние насаждений, предлагают направления их сохранения и развития, рассматривают принципы организации в них хозяйственной деятельности, в том числе аспекты правового регулирования рекреационного лесопользования [6, 7, 8, 9].

Основная часть городских лесов на территории Воронежа появилась в советскую промышленную эпоху – 70-е годы прошлого века. Как правило, подобные массивы представляют собой искусственные насаждения сосны обыкновенной с незначительной примесью лиственных пород.

Цель настоящих исследований – оценка современного состояния городских лесов Воронежа, а также разработка рекомендаций по повышению их устойчивости. В задачи исследований входило проведение ландшафтно-экологического обследования территории с определением соответствующих показателей. Особое внимание уделялось санитарно-патологическому состоянию насаждений и выявлению факторов их ослабления.

Актуальность исследований определяется необходимостью сохранения городских лесов в условиях стремительной урбанизации и застройки территорий. Преобладание в составе существующих насаждений сосны обыкновенной обуславливает их особую рекреационную ценность для Воронежа [10].

Объектом исследований являлись насаждения Треугольной рощи, расположенные на юго-западной окраине города Воронежа. Площадь рощи составляет около 100 га.

В исследованиях применялись различные шкалы ландшафтно-таксационных оценок. При определении типа пространственной структуры учитывали показатели полноты древостоя, характер и плотность размещения растений, а также сомкнутость полога. Для оценки дигрессии лесной среды применялась шкала, характеризующая пять стадий нарушения лесного биогеоценоза. При определении эстетической оценки участка принимали во внимание рельеф, почвы, тип леса и тип условий местопроизрастания, породный состав, размещение деревьев по площади, сомкнутость и характер проходимости участков. Пригодность участков к выполнению санитарно-гигиенических и оздоровительных функций определяется в зависимости от категорий санитарно-гигиенических показателей ландшафта, включая оценку микроклимата, способности насаждений продуцировать кислород, обогащать среду фитонцидами и ионизировать воздух. Лесопатологическое состояние насаждений оценивали по трем классам биологической



устойчивости. Основными критериями здесь являются размер сухостоя, величина текущего отпада и состояние лесной среды. На участках насаждений с нарушенной устойчивостью закладывались временные пробные площади, на которых производился сплошной перебор деревьев с распределением на следующие категории: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – погибшие.

Насаждение представлено культурами сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), возраст – 55 лет, средняя высота – 17,6 м, средний диаметр на высоте 1,3 м – 18,4 см. Полнота – 0,9; сомкнутость полога – 0,8–1,0. Во втором ярусе единично встречаются береза повислая (*Betula pendula* Roth), осина (*Populus tremula* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и промежуточная (*Sorbus intermedia* (Ehrh) Pers.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.) и ясенелистный (*Acer negundo* L.), робиния (*Robinia pseudoacacia* L.). Подрост редкий – сосна, береза и рябина обыкновенная. Подлесок в угнетенном состоянии – бузина черная (*Sambucus nigra* L.), жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna* Jacq.), свидина кроваво-красная (*Cornus sanguinea* L.) и кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.). Живой напочвенный покров образован разнотравьем. Всего в насаждении Треугольной роши было определено 12 видов деревьев, 8 видов кустарников, 2 вида лиан, 22 вида трав и 3 вида лишайника. Почвы на территории роши – серые лесные, тип условий произрастания – В2 – свежая суборь.

Для рекреационных насаждений важной характеристикой является тип пространственной структуры. Большая часть (80 %) территории Треугольной роши относится к закрытому ТПС – преобладает древостой горизонтальной сомкнутости с равномерным размещением деревьев и средней полнотой 0,9.

Санитарно-гигиеническая оценка характеризует пригодность территории по условиям ее комфортности для пребывания человека. Оценка включает две группы факторов – микроклиматические и теллурические. Микроклиматические условия характеризуются показателями теплоощущений, определяемыми температурой, влажностью воздуха, степенью инсоляции и ветровым режимом. Теллурические условия характеризуются составом воздуха. Здесь имеют значение такие показатели, как фитонцидность и ионизация воздуха, наличие в нем ароматических веществ. По общепринятой шкале санитарно-гигиенической оценки, принимая во внимание комплекс показателей, территория относится ко второму классу. Доминирование в составе насаждений сосны обыкновенной указывает на насыщенность воздуха фитонцидами и легкими ионами. Однако преобладание закрытого типа пространственной структуры снижает комфортность для пребывания человека

из-за чрезмерного затенения. Кроме того, на территории объекта имеются места свалок бытового мусора, усыхающие и сухостойные деревья.

Эстетическую характеристику насаждений рассматривали как взаимосвязь количественных и качественных признаков общего состояния растений, образующих насаждение. В целом насаждение имеет среднюю оценку по эстетическому фактору – преобладают деревья сосны III класса бонитета, выражена монотонность по структуре и окраске, присутствует захламленность, подрост и подлесок пребывают в угнетенном состоянии.

Для разработки мероприятий по повышению устойчивости насаждений и более рационального лесопользования важным показателем является степень рекреационной дигрессии. Диагностическими признаками здесь являются показатели состояния отдельных компонентов лесного биогеоценоза – процент тропиной сети, мощность лесной подстилки, соотношение представителей различных экологических групп в составе напочвенного покрова, состояние подроста и подлеска, полнота насаждения, наличие механических повреждений деревьев. В насаждениях Треугольной рощи преобладает третья стадия дигрессии, наименее посещаемые участки характеризуются второй стадией. Около 70 % территории имеют изменения лесной среды средней степени, проективное покрытие живого напочвенного покрова составляет 80 %, 15 % из которых – луговые травы. Подрост и подлесок угнетены. Около 20 % стволов древостоя имеют механические повреждения. Лесная подстилка и почва значительно уплотнены, встречается оголение корневых систем.

Лесопатологическое состояние насаждения соответствует второму классу, то есть биологическая устойчивость нарушена. Текущий отпад значительно превышает размер естественного отпада для данной породы, возраста и типа лесорастительных условий. В насаждении распространены болезни и вредители. Лесная среда на большей части территории (около 70 % от общей площади) нарушена, усыхающие и сухостойные деревья составляют около 25 % и приурочены к очагам болезней, а также к местам наиболее интенсивного посещения.

Из инфекционных патологий на сосне были отмечены смоляной рак, биаторелловый рак, сосновый вертун. Особо следует отметить наличие в обследуемом насаждении очагов корневой губки (*Heterobasidion annosum*), что и является основной причиной его усыхания.

Из неинфекционных патологий в насаждении преобладают механические и другие повреждения антропогенного характера. В насаждении имеются сильно наклоненные и «зависшие» деревья, представляющие серьезную опасность для посетителей леса, в связи с чем они требуют скорейшего удаления. Соотношение суммарного запаса свежего сухостоя

и валежа и естественного отпада составляет 1,5. Исходя из приведенных фактов, санитарное состояние насаждения можно оценить как удовлетворительное.

В целях уточнения показателей жизнеспособности древостоя проводилось детальное обследование насаждения. Для этого на участках насаждения, характеризующихся средними показателями, были заложены пробные площади в количестве 5 шт. На каждой пробной площади проводили сплошной пересчет деревьев с определением высоты, диаметра на высоте 1,3 м и категории состояния.

Сводная ведомость пересчета деревьев сосны на пробных площадях представлена в таблице.

#### Результаты обследования деревьев на пробных площадях (ПП)

№ ПП	Средняя высота, м	Средний диаметр на высоте 1,3 см	Количество деревьев по категориям состояния, шт./%					Итого
			1	2	3	4	5	
1	17	20,0	130/18	120/17	160/21	140/19	190/25	740/100
2	16	18,0	180/22	160/19	170/21	140/15	190/23	840/100
3	18	16,0	180/22	170/20	150/19	120/15	200/24	820/100
4	19	18,0	80/12	130/19	190/28	130/19	150/22	680/100
5	18	20,0	110/14	120/15	140/19	170/23	220/29	760/100
Ср./итого	17,6	18,4	17,6	18,0	21,6	18,2	24,6	3840

Как видно из таблицы, в данном насаждении участие деревьев, относящихся к пятой категории состояния, составляет 24,6 %. Столь значительное присутствие сухостоя указывает на отсутствие ухода за насаждением. Стремительное отмирание древостоя также подтверждается заметным участием (18,2 %) усыхающих экземпляров. В насаждении крайне низкий процент (17,6 %) приходится на деревья первой категории, которые не имеют признаков ослабления. Средневзвешенная категория состояния жизнеспособности насаждения в настоящий момент составляет 3,3, что также свидетельствует о значительном ослаблении насаждения.

Насаждение ослаблено комплексом антропогенных и природных факторов, среди которых доминируют повышенные рекреационные нагрузки и корневая гниль, вызванная корневой губкой. Отсутствие ухода и защитных мероприятий в ближайшие годы приведет к дальнейшему усыханию насаждения и опустыниванию территории.

В целях сохранения и оздоровления насаждения, повышения его биологической устойчивости, ликвидации в нем очагов корневой губки

рекомендуется проведение санитарных рубок с удалением деревьев четвертой и пятой категорий состояния.

Поскольку территория объекта относится к закрытому ТПС, здесь необходима реконструкция насаждений, формирование полуоткрытых и открытых пространств с учетом функционального зонирования территории и основных маршрутов движения посетителей.

Формирование оптимального соотношения ТПС насаждений позволит выявить лучшие декоративные качества растений, их внешний облик, архитектуру и структуру кроны, фактуру ее поверхности, размеры стволов, ветвей, предопределил регулирование микроклимата в благоприятном для отдыхающих направлении.

### ***Список источников***

1. Аткина Л. И., Жукова М. В., Морозов А. М. История и современное состояние соснового насаждения в парке Зеленая роща г. Екатеринбурга // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2017. Вып. 1 (46). С. 65–71.

2. Петров В. Н. Городские леса: проблемы организации и правового регулирования // ЛесПромИнформ. 2011. № 2 (76). С. 16–20.

3. Иматова И. А., Прядилина Н. К. Стратегия сохранения экологического потенциала городских лесов Екатеринбурга // APRIORI. Серия : Естественные и технические науки. 2014. № 3. С. 6.

4. Зорина А. А., Руоколайнен А. В. Экологическое состояние городских лесов Петрозаводского городского округа // Живые и биокосные системы. 2015. № 14. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-14/article-3> (дата обращения: 17.05.2023).

5. Данченко А. М., Данченко М. А., Мясников А. Г. Современное состояние городских лесов и их использование (на примере г. Томска) // Вестник ТГУ. Серия : Биология. 2010. № 4 (12). С. 90–104.

6. Метелев Д. В. Структура и динамика городских лесов муниципального образования «Город Екатеринбург» и совершенствование организации и ведения хозяйства в них: дисс. ... канд. с-х наук / Метелев Дмитрий Васильевич. Екатеринбург, 2020. 179 с.

7. Данченко М. А. Эколого-экономическое обоснование лесохозяйственных мероприятий в городских лесах (на примере г. Томска). Томск : Изд-во ТГУ, 2011. 200 с.

8. Оценка состояния лесных насаждений на территории лесопарка им. лесоводов России / Р.З. Муллагалиева, А.П. Яндалеева, Н. А. Симонова, А. В. Суслов // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 4.

С. 649–653. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18838> (дата обращения: 18.05.2023).

9. Гурский А. А., Ангальт Е. М. Состояние и проблемы городских лесов г. Оренбурга // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. Т. 3, № 15. С. 44–46.

10. Положение о создании, содержании реконструкции зеленых насаждений на территории городского округа город Воронеж / Утв. решением Воронежской городской думы от 11 апреля 2012 г. № 762-III. URL: [https://voronezh-city.ru/administration/normative\\_base/detail/7417](https://voronezh-city.ru/administration/normative_base/detail/7417) (дата обращения: 18.05.2023).

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРЕВЬЕВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ИХ СОСТОЯНИЯ В БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ ГОРОДА ТЮМЕНЬ

Валентина Владимировна Назарова<sup>1</sup>, Анастасия Васильевна Данчева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Государственный аграрный университет Северного Зауралья; Тюмень, Россия,  
<sup>1,2</sup> a.dancheva@mail.ru

**Аннотация.** Приведены результаты исследования взаимосвязи таксационных показателей деревьев с показателями состояния на объектах линейной рекреации в одновозрастных высокополнотных чистых по составу березовых насаждениях экопарка «Затюменский» города Тюмень. Выявлено, что ослабленные деревья со значением относительной высоты  $H/D > 100$  характеризуются наименьшими диаметрами, а их количество и запас увеличиваются с увеличением рекреационного воздействия. Предложен ряд лесохозяйственных мероприятий для повышения биологической устойчивости и рекреационной привлекательности исследуемых сосняков.

**Ключевые слова:** березовые древостои, рекреационное воздействие, таксационные показатели, показатели состояния

Scientific article

## THE CORRELATION BETWEEN THE TAXATIONAL SPECIFICATIONS OF TREES WITH CONDITION INDICATORS IN BIRCH STANDS OF URBAN FORESTS OF THE CITY OF TYUMEN

Valentina V. Nazarova<sup>1</sup>, Anastasia V. Dancheva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Northern Trans-Urals State Agricultural University, Tyumen, Russia  
<sup>1,2</sup> a.dancheva@mail.ru

**Abstract.** The result researchers correlation between the taxational specifications of trees with condition indicators in birch stands of urban forests of the city of Tyumen are presented. It was found that the «weakened» trees with a tree slenderness coefficient  $H/D > 100$  are characterized by the smallest diameters. The number such trees and volumes timber volumes increases with increasing recreational exposure. Forestry measures are proposed to increase the biological stability and recreational attractiveness of the studied pine forests.

**Keywords:** birch forest, recreational impact, taxational specifications, condition indicators

Урбанизация городских территорий и интенсивное промышленное производство обусловило значительное влияние общества на окружающую природную среду [1, 2, 3]. Особо актуален данный вопрос при оценке состояния лесных насаждений в городских лесах и лесопарках, использование которых в рекреационных целях приобретает в последнее время наибольшую популярность у горожан и туристов.

Рекреационное воздействие затрагивает все компоненты лесных насаждений, и для оценки динамики происходящих изменений неоспоримое преимущество имеет система мониторинговых наблюдений на основе использования лесоводственных методов [4, 5]. Совокупность данных способов позволяет оперативно обнаруживать негативные тенденции в состоянии лесных сообществ и принимать соответствующие меры по восстановлению и реабилитации насаждений. Одним из надежных индикаторов происходящих изменений в природной среде является древесная растительность, а таксационные показатели деревьев при этом находятся в тесной взаимосвязи с их состоянием [6, 7, 8].

Для березовых насаждений экопарка «Затюменский» рекреационное воздействие на древостой изучено недостаточно, что определяет важность данного вопроса. Отсутствие достаточно полной и актуальной информации об особенностях рекреационного лесопользования в условиях лесопарков и городских лесов города Тюмени послужило основой проведения научных исследований в данном направлении.

Цель исследования – проанализировать взаимосвязь таксационных параметров с показателями состояния в березовых древостоях экопарка «Затюменский» города Тюмень и на основе полученных данных разработать ряд предложений по сохранению и повышению их устойчивости и рекреационной привлекательности.

Объектами исследований являлись чистые по составу березовые древостои. Заложены три временные пробные площади (ВПП). При закладке ВПП учитывали принцип их удаленности от мест массового отдыха (в нашем случае линейный объект – благоустроенная дорога для пешеходного и велосипедного перемещения). ВПП-1Б заложена в березняке, непосредственно примыкающем к линейному объекту, и отнесена к зоне активного посещения, ВПП-2Б заложена на расстоянии 20 м и отнесена к зоне умеренного посещения, ВПП-3Б заложена на расстоянии 40 м от объекта рекреации и отнесена к зоне слабого посещения (условно контроль).

Для определения таксационных показателей древостой применялись стандартные методы, используемые в лесоводстве [9, 10]. Из числа таксационных параметров измерены диаметр, высота всех деревьев на ВПП, рассчитаны относительная полнота и определен состав и бонитет березовых

насаждений. Определены такие показатели состояния древостоев в целом и каждого дерева в отдельности, как относительная высота (H/D) и относительное жизненное состояние (ОЖС). Характеристика состояния деревьев по показателю ОЖС следующая: 0–19 % – деревья отмирающие, 20–50 % – сильно ослабленные, 51–79 % – ослабленные, 80–100 % – здоровые. Оптимальные значения КОП, при которых древостой является биологически устойчивым: в древостоях до 20 лет – 15–25; 20–30 лет – 10–18; 40–70 лет – 5–8, 80 лет – 4, и свыше 100 лет – 2–3 см/см<sup>2</sup>.

Исследуемые березняки представлены одновозрастными высокополнотными, чистыми по составу спелыми древостоями II класса бонитета. По показателю относительной полноты березовые насаждения на всех пробных площадях являются высокополнотными. Средний диаметр и высота составляют 26–28 см и 19–20 м соответственно.

В таблице представлены результаты распределения деревьев, их диаметров, объемов, показателей состояния ОЖС и КОП на пробных площадях по значению относительной высоты (H/D) для анализа взаимосвязи таксационных параметров деревьев с показателями состояния в березовых насаждениях экопарка «Затюменский».

*Таблица*

Распределение деревьев, их диаметров и показателя ОЖС на пробных площадях по значению относительной высоты

Относительная высота (H/D)	Показатель	ВПП-1Б	ВПП-2Б	ВПП-3Б
H/D > 100	Количество деревьев, %	12,3	2,0	4,2
	Диаметр, см	16,1	13,1	13,4
	Запас, %	3,5	0,3	0,7
	ОЖС, %	55,3	82,9	81,8
	КОП, см/см <sup>2</sup>	8,2	10,4	9,9
H/D < 100	Количество деревьев, %	87,8	98,0	95,8
	Диаметр, см	27,6	28,5	28,2
	Запас, %	96,5	99,7	99,3
	ОЖС, %	61,5	68,3	66,7
	КОП, см/см <sup>2</sup>	3,9	3,6	3,8

По данным проведенных исследований отмечается общая закономерность увеличения количества ослабленных (биологически неустойчивых) деревьев со значением относительной высоты H/D > 100 с увеличением рекреационного воздействия. На ВПП-1Б в зоне активного посещения количество деревьев, характеризующихся значением H/D > 100, в 3–6 раз больше



в сравнении с ВПП-2Б и ВПП-3Б, расположенными в зоне умеренного и слабого посещения.

На всех пробных площадях отмечается превышение количества биологически устойчивых деревьев со значением относительной высоты  $H/D < 100$ . При этом с увеличением рекреационного воздействия отмечается закономерность снижения количества биологически устойчивых деревьев с показателями относительной высоты меньше 100 ( $H/D < 100$ ) в среднем на 5–10 %.

Значение диаметра ослабленных деревьев, характеризующихся относительной высотой  $H/D > 100$ , меньше в 1,7–2,2 раза в сравнении с аналогичным показателем биологически устойчивых деревьев с относительной высотой  $H/D < 100$  на всех пробных площадях.

Запас ослабленных деревьев со значением  $H/D > 100$  увеличивается с увеличением рекреационного воздействия. Так, на ВПП-1Б в зоне активного посещения запас таких деревьев составляет в среднем 4 % от общего запаса древостоя, что в 5–10 раз больше в сравнении с аналогичным показателем на ВПП-2Б и ВПП-3Б в зоне умеренного и слабого посещения соответственно. Запас деревьев со значением  $H/D < 100$  увеличивается со снижением рекреационного воздействия.

С увеличением рекреационного воздействия отмечается общая закономерность снижения показателя относительного жизненного состояния (ОЖС) как ослабленных ( $H/D > 100$ ), так и биологически устойчивых деревьев со значением  $H/D < 100$ . При этом средний диаметр анализируемых по данному показателю состояния деревьев также снижается. Так, на ВПП-1Б в зоне активного посещения биологически неустойчивые деревья со значением  $H/D > 100$ , характеризующиеся средним значением диаметра 16,1 см, имеют показатель жизненного состояния 55,3 %, по которому состояние анализируемой группы деревьев оценивается как ослабленное. На ВПП-2Б и ВПП-3Б в зоне умеренного и слабого посещения соответственно деревья со значением  $H/D > 100$  характеризуются средним значением диаметра 13 см с оценкой их жизненного состояния как здоровые (ОЖС = 82–83 %).

По значению комплексного оценочного показателя (КОП) дерева, значение относительной высоты которых  $H/D > 100$ , на всех пробных площадях характеризуются как биологически неустойчивые. В то же время деревья со значением  $H/D < 100$  по показателю КОП на всех пробных площадях характеризуются как биологически устойчивые.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Отмечается общая закономерность увеличения количества ослабленных (биологически неустойчивых) деревьев березы со значением

относительной высоты ( $H/D > 100$ ) с увеличением рекреационного воздействия. В березняке, непосредственно примыкающем к линейному объекту рекреации (благоустроенной дороги для пешеходного и велосипедного передвижения), таких деревьев в 3–6 раз больше в сравнении с березовыми насаждениями, расположенными на расстоянии 20 и 40 м от объекта линейной рекреации.

2. Запас ослабленных деревьев со значением  $H/D > 100$  увеличивается с увеличением рекреационного воздействия. В березняке, расположенном вблизи объекта линейной рекреации, запас таких деревьев составляет в среднем 4 % от общего запаса древостоя, что в 5–10 раз больше в сравнении с аналогичным показателем в березняке, расположенном на расстоянии 20 и 40 м от объекта линейной рекреации. Запас деревьев со значением  $H/D < 100$  увеличивается со снижением рекреационного воздействия.

3. На всех пробных площадях диаметр биологически неустойчивых деревьев со значением относительной высоты  $H/D > 100$  характеризуется наименьшими значениями (в 1,7–2,2 раза меньше) в сравнении с аналогичным показателем у деревьев с относительной высотой  $H/D < 100$ .

4. С увеличением рекреационного воздействия отмечается общая закономерность снижения показателя относительного жизненного состояния (ОЖС) деревьев с  $H/D > 100$  и деревьев со значением  $H/D < 100$ . У ослабленных деревьев (со значением  $H/D > 100$ ) данная закономерность наиболее выражена.

5. На снижение состояния исследуемых сосняков оказывает влияние присутствие в древостое большого количества мелких деревьев, оцениваемых как сильно ослабленные и отмирающие, а также некоторых крупных по диаметру деревьев.

6. Своевременное удаление из древостоя мелких, сильно ослабленных и отмирающих, а также крупных ослабленных деревьев посредством проведения в них рубок ухода в соответствующем возрасте, а также санитарных выборочных рубок не повлияет существенным образом на величину древесного запаса, но при этом позволит повысить биологическую и пожарную устойчивость древостоя, увеличить его рекреационную привлекательность.

### *Список источников*

1. Аткина Л. И., Булатова Л. В. Особенности озеленения дворовых территорий г. Полевского Свердловской области // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 3 (66). С. 50–58.

2. Соболев С. В., Байчибаева А. В., Данчева А. В. Экологическая рекреационная емкость как мера запаса лесных рекреационных ресурсов // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5. С. 52–55.

3. Мальчихин О. Н., Бунькова Н. П. Предложения по совершенствованию ведения хозяйства в лесопарках города Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 2 (73). С. 4–12.
4. Оценка перспективности интродуцентов, произрастающих в Шарташском лесопарке г. Екатеринбурга / А. С. Оплетаев [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 1 (68). С. 53–63.
5. Проблема состава и возрастной структуры древостоев лесопарков г. Екатеринбурга / В. В. Фомин, Ш. Э. Микеладзе, Н. П. Бунькова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4–1 (118). С. 154–158. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.024.
6. Формирование широколиственных лесов в условиях интенсивной рекреации / С. И. Конашова, Р. Р. Султанова, М. В. Мартынова, З. З. Рахматуллин // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2020. № 1. С. 32–43. DOI: 10.21178/2079–6080.2020.1.32.
7. Динамика состояния древостоев лесного парка имени Лесоводов России г. Екатеринбурга под воздействием рекреации / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева, А. Р. Киршбаум, Д. Чанотей // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (82). С. 25–31. DOI: 10.51318/FRET.2022.85.88.003.
8. Дифференцированная оценка рекреационного потенциала лесов / А. Ф. Хайретдинов, Х. Г. Мусин, Р. Х. Гафиятов, И. Р. Нафикова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2010. № 3. С. 49–55.
9. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг / Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 146 с.
10. Данчева А. В. Рациональное лесопользование с основами таксации леса. Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. 100 с.

Научная статья  
УДК 630\*181.28

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПИХТЫ (*ABIES MILL.*) ПО ХОЗЯЙСТВЕННЫМ И АДАПТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

**Дмитрий Владимирович Логунов**

Нижегородский государственный агротехнологический университет,  
Нижний Новгород, Россия  
logunov.dv1977@mail.ru

**Аннотация.** Схожие биологические особенности с аборигенным видом Нижегородской области – пихтой сибирской, имеет пихта одноцветная, что весьма важно при формировании видового ассортимента для создания зеленых насаждений в Нижнем Новгороде.

**Ключевые слова:** пихта, акклиматизация, интродукция, семеношение

**Благодарности:** автор выражает благодарность за оказанную помощь в подготовке статьи сотрудникам ботанического сада Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, Т. Р. Хрыновой и И. В. Мишуковой.

Scientific article

## COMPARATIVE EVALUATION OF SOME TYPES OF FIR (*ABIESMILL.*) BY ECONOMIC AND ADAPTIVE CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD

**Dmitry V. Logunov**

Nizhny Novgorod State Agrotechnological University,  
Nizhny Novgorod, Russia  
logunov.dv1977@mail.ru

**Abstract.** The single-color fir has similar biological features to the native species of the Nizhny Novgorod region – Siberian fir, which is very important when forming a species assortment for creating green spaces in the city of Nizhny Novgorod.

**Keywords:** fir, acclimatization, introduction, seed bearing

**Acknowledgements:** the author expresses gratitude for the assistance provided in the preparation of the article to the staff of the Botanical Garden of the Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky T. R. Khrynova and I. V. Mishukova.

Лесовосстановление и лесоразведение, сохранение биоразнообразия стали всеобщими мировыми проблемами современности. Особенно актуальным

это является для промышленно развитых стран с высокой плотностью населения [1].

Поддержание высокого уровня биоразнообразия за счет интродукции древесных пород является важным конструктивным механизмом экологически стабильного развития антропогенных ландшафтов. Интродуцированные виды древесных растений в некоторых случаях являются более устойчивыми против неблагоприятных факторов внешней среды по сравнению с представителями аборигенной флоры [2].

Известно множество опытов успешной акклиматизации представителей рода *Abies Mill.* В частности, отмечается перспективность использования пихты корейской при озеленении Екатеринбурга [3]. В Главном ботаническом саду РАН успешно произрастают некоторые виды пихты из районов с теплыми климатическими условиями (США, Япония). Это свидетельствует о высокой экологической пластичности представителей данного рода [4].

Интродуценты пихты, которые по биологическим особенностям наиболее близки к аборигенному виду, в новых для них экологических условиях находятся в более благоприятных условиях и получают преимущество в сохранении и распространении по территории Нижегородской области.

**Цель исследования** – комплексная сравнительная оценка биологических особенностей видов пихты для выявления наиболее перспективных видов для создания зеленых насаждений в Нижнем Новгороде.

**Объекты, условия и методы.** Объектами изучения были 7 видов пихты, которые выращиваются в дендрарии ботанического сада Нижегородского государственного университета. Семена исследуемых видов пихты были получены из различных географических пунктов.

В методику работы было включено изучение морфологических признаков (количественные и качественные показатели) различных видов пихты, имеющих адаптационное значение. Дана общая характеристика коллекции пихты: оценено их общее состояние, наличие цветения и плодоношения, повреждаемость низкими температурами.

Анализируемые виды находились в относительно сходных условиях среды (режимы водного и минерального питания, почвенные условия и степень освещенности). За растениями проводили комплексные наблюдения в течение вегетационного периода.

С каждого учетного дерева собирали хвою, годичные побеги и шишки в количестве не менее 30 штук, что обеспечивало достоверность данных и точность опыта в пределах 5 %. Шишки пихты анализировали в фазе полного созревания, что соответствовало по времени октябрю. Типичные шишки отбирали из верхнего хорошо освещенного яруса кроны по принципу случайного отбора. Хвоя и годичные побеги считались пригодными для

биометрирования после завершения активного роста, что соответствовало по времени сентябрю. Типичные образцы заготавливали из средней части хорошо развитых побегов, находящихся в условиях нормального освещения и расположенных на периферии средней части кроны [5].

Размерные характеристики хвои, годичных побегов и семян измеряли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Весовые характеристики семян определяли путем взвешивания на торсионных и технических весах.

Перспективность интродукции различных видов пихты оценивалась по данным визуальных наблюдений с учетом общепринятых методических указаний [6].

Математическая обработка данных осуществлялась с учетом существующих методических разработок [7, 8, 9].

**Результаты и обсуждение.** Виды пихты в ботаническом саду различаются по основным таксационным показателям. Как показали результаты исследования, наиболее высокие таксационные показатели имеет аборигенный вид Нижегородской области – пихта сибирская. Из интродуцентов наиболее быстрым ростом отличается североамериканский представитель данного рода – пихта одноцветная (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика таксационных показателей видов пихты

№ п.п.	Вид	Возраст, лет	Высота ствола, м	Диаметр ствола, см
1	Пихта белая ( <i>Abies alba</i> Mill.)	40 ± 0,00	7,5 ± 0,25	9,0 ± 0,35
2	Пихта бальзамическая ( <i>Abies balsamea</i> Mill.)	41 ± 0,00	7,8 ± 0,29	9,5 ± 0,37
2	Пихта одноцветная ( <i>Abies concolor</i> Lindl. et Gord.)	35 ± 0,00	8,0 ± 0,31	10,0 ± 0,41
4	Пихта Фразера ( <i>Abies fraseri</i> Poir.)	41 ± 0,00	7,0 ± 0,24	8,5 ± 0,34
5	Пихта цельнолистная ( <i>Abies holophylla</i> Maxim.)	35 ± 0,00	6,0 ± 0,19	7,5 ± 0,31
6	Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	40 ± 0,00	11,5 ± 0,38	13,0 ± 0,49
7	Пихта Семенова ( <i>Abies semenovii</i> Fedtsch.)	40 ± 0,00	4,5 ± 0,20	6,5 ± 0,29

Многие виды пихты неоднородны по количественным морфологическим признакам, что свидетельствует о существенных различиях в их биологических особенностях (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения морфологических признаков  
различных видов пихты

№ п.п.	Признак	Пихта белая	Пихта бальзамическая	Пихта одноцветная	Пихта Фразера	Пихта цельно-лиственная	Пихта сибирская	Пихта Семенова
1	Длина хвой, мм	20,40 ± 0,75	25,40 ± 0,75	54,07 ± 0,79	22,53 ± 0,74	34,90 ± 0,79	38,07 ± 0,78	18,27 ± 0,73
2	Ширина хвой, мм	1,95 ± 0,06	2,02 ± 0,06	2,38 ± 0,05	1,74 ± 0,06	2,13 ± 0,06	2,24 ± 0,06	1,84 ± 0,06
3	Длина побега, мм	48,67 ± 1,19	52,80 ± 1,16	59,80 ± 1,16	56,63 ± 1,18	46,30 ± 1,22	63,60 ± 1,20	43,40 ± 1,21
4	Диаметр побега, мм	3,80 ± 0,09	4,01 ± 0,09	4,28 ± 0,09	3,89 ± 0,09	3,59 ± 0,09	4,46 ± 0,09	3,28 ± 0,09
5	Длина шишки, мм	128,07 ± 3,01	69,90 ± 3,03	137,07 ± 2,91	60,23 ± 2,87	97,90 ± 3,04	70,67 ± 2,91	–
6	Диаметр шишки, мм	24,43 ± 1,17	21,17 ± 1,08	40,57 ± 1,17	18,23 ± 0,92	30,10 ± 1,21	26,13 ± 0,93	–
7	Длина семени, мм	5,22 ± 0,11	5,00 ± 0,11	6,34 ± 0,11	4,78 ± 0,11	6,13 ± 0,11	4,95 ± 0,11	–
8	Диаметр семени, мм	3,89 ± 0,10	3,67 ± 0,10	4,21 ± 0,10	3,46 ± 0,10	4,00 ± 0,10	3,64 ± 0,10	–
9	Масса семени, мг	25,56 ± 0,83	7,88 ± 0,11	31,76 ± 0,85	7,12 ± 0,12	28,55 ± 0,83	10,90 ± 0,16	–

Наибольшими значениями параметров годовых побегов отличается пихта сибирская, а параметров хвои, шишек и семян – пихта одноцветная. Наименьшими значениями параметров хвои и годовых побегов характеризуется пихта Семенова, а параметров шишек и семян отличается пихта Фразера.

Выявленные различия между видами по многим количественным признакам во многом связаны с биологическими особенностями видов, поскольку все виды произрастали на одном опытном участке и степень влияния факторов внешней среды на проявившиеся различия сведена к минимуму. Это подтверждается результатами дисперсионного анализа. Различия между видами по большинству морфологических признаков являются существенными: опытные критерии Фишера во много раз превосходят критические значения на 5 %-ном уровне значимости. Рассчитанные показатели наименьшей существенной разности (НСР) также свидетельствуют, что большинство видов существенно отличаются друг от друга (табл. 3).

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа

№ п. п.	Признак	Критерии Фишера		НСР
		опытные	критические	
1	Длина хвои, мм	102,43	1,05	1,86
2	Ширина хвои, мм	95,26	1,05	0,09
3	Длина побега, мм	84,59	1,05	2,12
4	Диаметр побега, мм	76,48	1,05	0,18
5	Длина шишки, мм	162,48	1,05	7,45
6	Диаметр шишки, мм	174,85	1,05	1,94
7	Длина семени, мм	128,76	1,05	0,17
8	Диаметр семени, мм	119,54	1,05	0,08
9	Масса семени, мг	110,48	1,05	0,72

Многие интродуценты пихты при оценке их жизнеспособности по ряду анализируемых показателей имеют высший балл. Так, у пихты бальзамической, пихты одноцветной, пихты Фразера и пихты цельнолистной происходит полное одревеснение всего годового прироста, в течение зимнего периода не обмерзают годовые побеги, сохраняется форма роста в культуре. Пихта Семенова в ботаническом саду Нижегородского госуниверситета не цветет и не плодоносит. У данного вида ежегодно происходит подмерзание годовых побегов.

Пихта одноцветная характеризуется высокой побегообразовательной способностью. Самую низкую побегообразовательную способность имеет пихта Семенова.



Интродуценты пихты отличаются по такому важнейшему адаптационному показателю, как способность размножения в культуре. Большинство интродуцентов пихты способны к размножению только при помощи искусственного посева семян. Пихта Семенова вследствие неспособности к цветению в новых условиях существования способна размножаться только при помощи искусственного вегетативного размножения (табл. 4).

Таблица 4

Оценка жизнеспособности видов пихты

№ п. п.	Виды	Баллы жизнеспособности						
		Одревеснение побегов	Зимостойкость	Сохранение формы роста	Побегообразовательная способность	Прирост в высоту	Способность к генеративному развитию	Способы размножения в культуре
1	Пихта белая	15	20	10	3	5	25	7
2	Пихта бальзамическая	20	25	10	3	5	25	7
3	Пихта одноцветная	20	25	10	5	5	25	7
4	Пихта Фразера	20	25	10	3	5	25	7
5	Пихта цельнолистная	20	25	10	3	5	25	7
6	Пихта сибирская	20	25	10	5	5	25	7
7	Пихта Семенова	15	20	10	1	2	1	3

По данным визуальных наблюдений вполне перспективными из интродуцентов пихты для условий Нижегородской области оказались пихта бальзамическая, пихта одноцветная, пихта Фразера и пихта цельнолистная. Перспективным для интродукции является пихта белая. Малоперспективным видом для интродукции в Нижегородскую область является пихта Семенова (табл. 5).

Таблица 5

Оценка перспектив интродукции видов пихты

№ п. п.	Вид	Сумма баллов	Оценка перспективности
1	Пихта белая	85	Перспективный
2	Пихта бальзамическая	95	Вполне перспективный
3	Пихта одноцветная	97	Вполне перспективный
4	Пихта Фразера	95	Вполне перспективный
5	Пихта цельнолистная	95	Вполне перспективный
6	Пихта сибирская	97	Вполне перспективный
7	Пихта Семенова	52	Малоперспективный

В результате таксономического анализа установили, что наиболее сходные биологические особенности с пихтой сибирской имеет пихта одноцветная. Наименее сходные биологические особенности с пихтой сибирской имеет пихта Семенова (табл. 6).

Таблица 6

Величины таксономического отношения видов пихты

Виды	Таксономическое отношение					
	Пихта бальзамическая	Пихта одноцветная	Пихта Фразера	Пихта цельнолистная	Пихта сибирская	Пихта Семенова
Пихта белая	0,1768	0,1856	0,2268	0,2149	0,2564	0,1584
Пихта бальзамическая	–	0,2344	0,2448	0,1654	0,2768	0,1356
Пихта одноцветная	–	–	0,2073	0,1822	0,3271	0,1026
Пихта Фразера	–	–	–	0,1725	0,2956	0,1248
Пихта цельнолистная	–	–	–	–	0,2648	0,1442
Пихта сибирская	–	–	–	–	–	0,0842

Виды, обладающие сходным комплексом хозяйственных и адаптивных признаков, в значительной степени взаимозаменяемы при формировании видового ассортимента для создания зеленых насаждений в Нижнем Новгороде.

**Выводы:**

1. Наиболее высокие таксационные показатели имеет пихта сибирская. Из интродуцентов наиболее быстрым ростом отличается североамериканский представитель данного рода – пихта одноцветная.

2. Наибольшими значениями параметров годичных побегов отличается пихта сибирская, а параметров хвои, шишек и семян – пихта одноцветная. Наименьшими значениями параметров хвои и годичных побегов характеризуется пихта Семенова, а параметров шишек и семян – пихта Фразера.

3. По данным визуальных наблюдений вполне перспективными из интродуцентов для условий Нижегородской области оказались пихта бальзамическая, пихта одноцветная, пихта Фразера и пихта цельнолистная, перспективным – пихта белая, малоперспективным – пихта Семенова.

4. Наиболее сходные биологические особенности с пихтой сибирской имеет пихта одноцветная. Виды, обладающие сходным комплексом хозяйственных и адаптивных признаков, в значительной степени взаимозаменяемы при формировании видового ассортимента для создания зеленых насаждений в Нижнем Новгороде.

5. Пихта одноцветная рекомендуется для включения в ассортимент древесных пород, используемых для создания зеленых насаждений на территории Нижнего Новгорода. Не рекомендуется для хозяйственного использования в Нижегородской области пихта Семенова. Данный вид интересен лишь с научной точки зрения в коллекциях ботанических садов.

### *Список источников*

1. Шанда В. И. К теории эко- и флорогенеза в антропогенных ландшафтах // Растение и промышленная среда: тезисы докладов I Всесоюзной научной конференции. Днепропетровск, 1990. С. 60.

2. Некрасов В. И. Естественный и искусственный отбор в интродукции древесных растений // Лесоведение. 1991. № 1. С. 63–66.

3. Соловьева М. В., Залесова Е. С. Перспективность использования видов рода *Abies* при озеленении г. Екатеринбурга // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 51. С. 217–221.

4. Брынцев В. А., Коженкова А. А. Итоги интродукции видов рода *Abies* в Главном ботаническом саду РАН // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 85–93.

5. Прохоров И. А., Потапов С. П. Практикум по селекции и семеноводству овощных и плодовых культур. М. : Колос, 1975. 304 с.

6. Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Сборник научных трудов. М. : ГБС АН СССР, 1973. С. 7–19.

7. Смирнов Е. С. Таксономический анализ. М. : Изд-во МГУ, 1969. 187 с.

8. Плохинский Н. А. Биометрия. М. : Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1979. 416 с.

## НИЗКОТОКСИЧНЫЕ ИНСЕКТИЦИДЫ В КОНТРОЛЕ ЧИСЛЕННОСТИ ДОМИНАНТНЫХ ВИДОВ ФИЛЛОФАГОВ ЗЕЛеной ЗОНЫ АСТАНЫ

Екатерина Петровна Вибе<sup>1</sup>, Ольга Серафимовна Телегина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана, Щучинск, Казахстан

<sup>2</sup> Государственный национальный природный парк «Бурабай», Боровое, Казахстан

<sup>1</sup> wiebe\_k@mail.ru

<sup>2</sup> telegina-olga@bk.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты полевых испытаний низкотоксичных пестицидов в контроле численности доминантных видов филофагов зеленой зоны города Астана. Для испытаний выбраны инсектициды из следующих классов: бактериальные препараты, авермектины, ингибиторы синтеза хитина. Высокую биологическую эффективность (96–99 %) в контроле численности всех доминантов на стадии онтогенеза – личинка показал препарат Актарофит.

**Ключевые слова:** доминантные виды, филофаги, низкотоксичные пестициды, биологическая эффективность

**Благодарности:** работа выполнена и финансируется в рамках научно-технической программы «Разработка научных основ сохранения и повышения устойчивости лесных экосистем по регионам Казахстана» Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (ИРН BR10263776).

Scientific article

## LOW-TOXICITY INSECTECIDES IN THE CONTROL OF THE POPULATION OF DOMINANT PHYTAPHAGE SPECIES IN THE GREEN ZONE OF ASTANA

Yekaterina P. Vibe<sup>1</sup>, Olga S. Telegina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after  
A. N. Bukeikhan, Shchuchinsk, Kazakhstan

<sup>2</sup> State National Nature Park “Burabay”, Borovoe, Kazakhstan

<sup>1</sup> wiebe\_k@mail.ru

<sup>2</sup> telegina-olga@bk.ru

**Abstract.** The article presents the results of field studies of low-toxicity pesticides in the control of the number of dominant species of phytophages in the green zone of Astana.

Insecticides from the following groups were selected for testing: bacterial preparations, avermectins, inhibitors of chitin synthesis. High biological efficiency (96–99 %) in the control of the number of all dominants at the stage of ontogenesis – the larva was shown by the preparation Aktarofit from the group of avermectins.

**Keywords:** dominant species, phytophages, low-toxicity pesticides, biological efficiency

**Acknowledgements:** the work was carried out and funded within the framework of the scientific and technical program “Development of scientific foundations for the conservation and improvement of the sustainability of forest ecosystems in the regions of Kazakhstan” of the Ministry of Ecology and natural resources of the Republic of Kazakhstan (IRN BR10263776).

Видовой состав и встречаемость вредных насекомых в насаждениях зеленой зоны города Астана зависит от биологических особенностей отдельных видов, их устойчивости к отрицательному воздействию окружающей среды и условий, благоприятствующих или препятствующих их размножению [1].

В результате исследований доминантными видами филофагов, для которых необходимо предложить схемы лесозащитных мероприятий являются: *Acantholyda posticalis* Mats., *Croesus septentrionalis* L., *Erannis defoliaria* L., *Lycia hirtaria* Cl., *Trioza magnisetosa* Log.

На основе «Списка пестицидов (ядохимикатов), разрешенных к применению на территории Республики Казахстан», из низкотоксичных инсектицидных препаратов для полевых испытаний 2022 г. выбраны следующие препараты: Диурон, 48 % с.к. (дифлубензурон, 480 г/л) – инсектицид из группы ингибиторов синтеза хитина; Актарофит, к.э. д.в. авермектин С, 0,2 % – природная смесь авермектинов, продуцируемых почвенным грибом *Streptomyces avermitilis*; Битоксибациллин (спорово-кристаллический комплекс и син-экзотоксин *Bacillus thuringiensis*, var. *mhuringiensis*) – бактериальный препарат; Ак кобелек, СП (споро-кристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* титр спор не менее 5x10<sup>10</sup> КОЕ/г) – бактериальный препарат.

В литературе имеются данные о том, что бактериальные препараты в очагах пилильщиков обычно не обеспечивают необходимую эффективность. Однако в ряде зарубежных стран их успешно применяют. В частности, при защите сосновых посадок от *Diprion pini* L. в Сербии препаратом *Tecocid-G* был получен положительный результат [2].

Ранее на территории РГП «Жасыл Аймак» проводились испытания бактериальных препаратов против *Dicranura ulmi* Den. et Schiff и *C. septentrionalis* [3]. Поэтому в своем опыте данные препараты используем в контроле численности *E. defoliaria* и *L. hirtaria*.

Ингибиторы синтеза хитина были использованы в Челябинской области Российской Федерации с 2000 по 2005 гг. для борьбы со звездчатым пилильщиком-ткачом. В результате площади его очагов в области снизились с 21,1 тыс. га (2001) до 150 га (2011), т.е. в 140,7 раза [4].

Полевые испытания низкотоксичных инсектицидов проводились на шести пробных площадях, расположенных на территории РГП на ПХВ «Жасыл Аймак», путем индивидуальной обработки небольших деревьев или ветвей, заселенных естественно или искусственно. Вредных насекомых обрабатывали на стадии онтогенеза – личинка. Испытываемая норма применения действующего вещества (препарата): Ақ көбелек – 2,5 кг/га, Битоксибациллин – 3,0 кг/га, Диурон – 0,12 л/га, Актарофит – 10 л/га. При учетах биологической эффективности было проанализировано 285 личинок *E. defoliaria* и *L. hirtaria*, 189 личинок *A. posticalis*, 1518 личинок *C. septentrionalis*, 482 личинки *T. magnisetosa*.

Календарные сроки обработки определяются главным образом фенологией вредителя. Обычно к препаратам *B. thuringiensis* устойчивы средне-возрастные личинки 3–5 возраста, наиболее восприимчивы молодые 1–2 и зрелые 6–7 возраста особи [5]. Испытание препаратов проводилось по личинкам младших возрастов.

Согласно данным учетов на третьи – седьмые сутки после обработки, бактериальные препараты оказывают токсическое действие на дефолиаторов *U. pumila* (рис. 1). На третьи сутки после опрыскивания доля погибших личинок в опыте с препаратом Битоксибациллин составила 26 %, а с препаратом Ақ көбелек – 21 %. В опытах одновременно с погибшими личинками перестали питаться 51 % личинок на вариантах после обработки Битоксибациллином и 48 % – на вариантах с Ақ көбелек.

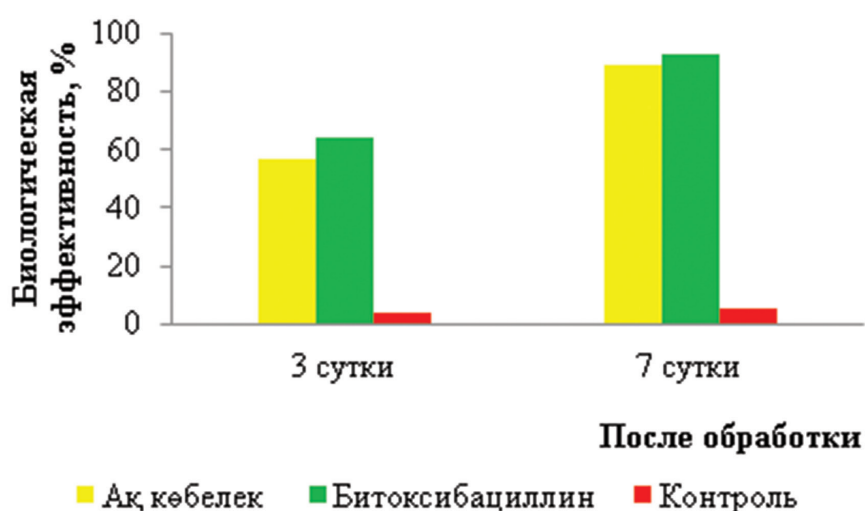


Рис. 1. Биологическая эффективность бактериальных препаратов в контроле видов *E. defoliaria*, *L. hirtaria*

Критерий положительной оценки биологической эффективности в контроле *E. defoliaria* и *L. hirtaria* был преодолен на седьмые сутки после опрыскивания в опытах с испытываемыми бактериальными препаратами. Так, биологическая эффективность препарата Битоксибациллин достигла 93 %, а препарата Ақ көбелек – 89 %. Данный результат можно объяснить своевременно проведенной обработкой по младшему возрасту личинок филлофагов.

Анализ погибших личинок был проведен в лабораторных условиях. В результате помещения фрагментов личинок на питательную среду были получены колонии бактерий и при проведении микрокопирования, подтверждена смертность личинок от бактерий *B. thuringiensis*.

Результаты кишечного действия испытываемого препарата Диурон из группы ингибиторов синтеза хитина на стадии онтогенеза – личинка представлены в табл. 1. Испытание препарата по дефолилирующим видам проводилось по личинкам младших возрастов, а у *T. magnisetosa* – по средневозрастным особям.

Таблица 1

Биологическая эффективность инсектицида Диурон в контроле численности филлофагов

Вид насекомого	Средняя исходная численность в день обработки, шт.		Эффективность после обработки, %		
	Контроль	Диурон	на 3-и сутки	на 7-е сутки	на 14-е сутки
<i>A. posticalis</i>	50,3	65,7	49	93	–
<i>C. septentrionalis</i>	127,8	288,3	51	92	–
<i>E. defoliaria</i> , <i>L. hirtaria</i>	16,7	18,3	15	53	79
<i>T. magnisetosa</i>	52,7	50,7	0	33	40

Наилучший результат был получен при обработке видов из семейства *Tentredinidae*. Биологическая эффективность на седьмые сутки достигла для *A. posticalis* – 93 %, а для вида *C. septentrionalis* – 92 %. Полученные данные согласуются с данными Г. И. Соколова (2014), описанными выше [4].

Достаточная биологическая эффективность (79 %) при полевых испытаниях препарата против видов *E. defoliaria* и *L. Hirtaria* была достигнута на 14-е сутки после обработки. Данный факт можно объяснить тем, что Диурон не является быстродействующим препаратом, так как гибель насекомых в результате его применения происходит не сразу, а когда наступает время линьки.

При обработке личинок *T. magnisetosa*, в сравнении с другими доминантными видами, смертность личинок не была отмечена на третьи сутки, а на 14-е сутки биологическая эффективность составила всего 40 %. Применение препарата из группы ингибиторов синтеза хитина недостаточно эффективно против сосущих вредителей из отряда *Hemiptera*.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что препарат из группы ингибиторов синтеза хитина – Диурон эффективен для контроля численности видов *A. posticalis* и *C. septentrionalis* на стадии онтогенеза – личинка при опрыскивании младших возрастов.

Самую высокую биологическую эффективность показал препарат Актарофит из класса авермектинов (табл. 2). Как и в предыдущем опыте, испытание препарата по дефолирующим видам проводилось по личинкам младших возрастов, а у *T. magnisetosa* – по средневозрастным особям.

Таблица 2

Биологическая эффективность инсекто-акарицида Актарофит  
в контроле численности филлофагов

Вредители	Средняя исходная численность в день обработки, шт.		Эффективность после обработки, %	
	Контроль	Актарофит	на 3-и сутки	на 7-е сутки
<i>A. posticalis</i>	50,2	74,0	99	–
<i>C. septentrionalis</i>	29,6	46,7	99	–
<i>E. defoliaria</i> , <i>L. hirtaria</i>	16,7	20,5	61	96
<i>T. magnisetosa</i>	52,7	40,7	98	–

Гибель личинок *A. posticalis*, *C. septentrionalis*, *T. magnisetosa* фиксировалась на вторые сутки, а биологическая эффективность при учетах на третьи сутки составляла для данных видов 99 % и 98 % соответственно (рис. 2). Данный факт можно объяснить тем, что действующей основой препарата является комплекс природных авермектинов и эммамектинов. Данные вещества являются сильными специфическими нейротоксинами, которые, проникая в организм насекомых кишечным или контактным путем, безвозвратно поражают их нервную систему. В результате наступает паралич и гибель насекомых.

Результаты опыта согласуются с данными, полученными при обработках орехово-плодовых лесов Кыргызстана препаратом Актарофит против вида из семейства *Tentredinidae* [6]. Причем 100 % гибель вредителя была как у младших, так и старших возрастов. Данный факт позволяет



рекомендовать применение препарата по личинкам старших возрастов, что позволит своевременно не допустить большую дефолиацию насаждений и привести к быстрой смертности вредителей.



Рис. 2. Погибшие личинки в результате обработки препаратом Актарофит 0,2:  
а – *C. Septentrionalis*; б – *A. posticalis*

Личинки *E. defoliaria* и *L. hirtaria* проявили большую устойчивость, чем предыдущие виды, и 96 % биологической эффективности было достигнуто при учете на седьмые сутки. Но несмотря на это, положительной оценки опыт тоже достиг, поскольку уже на третьи сутки доля погибших личинок составила 81 %, а переставших питаться – 7 %. Биологическая эффективность с поправкой на контрольные значения достигла в этот период 60 %.

Таким образом, в результате проведенных полевых испытаний высокую биологическую эффективность (96–99 %) в контроле численности *A. posticalis*, *C. septentrionalis*, *T. magnisetosa*, *E. defoliaria*, *L. hirtaria* показал препарат Актарофит из группы авермектинов. Препарат из группы ингибиторов синтеза хитина – Диурон эффективен в контроле численности видов *A. posticalis* и *C. septentrionalis* при опрыскивании младших возрастов. Критерий положительной оценки биологической эффективности в контроле *E. defoliaria* и *L. hirtaria* был достигнут на седьмые сутки после опрыскивания в опытах с испытываемыми бактериальными препаратами.

### **Список источников**

1. Телегина О. С., Вибе Е.П. Состояние искусственных насаждений зеленой зоны города Астаны // Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве : сборник докладов международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Саратов. 2016. С. 391–394.

2. Сафронов А. Н. Бактериальные препараты против рыжего соснового пилильщика // Защита и карантин растений. 2009. № 2. С. 51–52.

3. Рекомендации по интегрированной системе защиты лесопитомников от вредителей и болезней / А. О. Сагитов [и др.]. Алматы : КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева, 2017. 29 с.

4. Соколов Г. И. Звездчатый пилильщик-ткач (*Acantholyd astellata* Christ) в Челябинской области и меры борьбы с ним // Лесной вестник. 2014. № 6. С. 110–118.

5. Методические указания по испытанию биологических препаратов для защиты леса от хвое-листогрызущих насекомых / Л. Т. Крушев, Т. И. Машнина, Л. П. Малого, Я. И. Марченко. Москва : ЦБНТИлесхоза, 1980. 34 с.

6. Лесопатологическое состояние и биологический контроль доминантных насекомых-вредителей орехово-плодовых лесов Кыргызстана / Б. А. Токторалиев, З. А. Тешебаева, Г. И. Жусупбаева, А. Т. Атокуров // Известия ОшТУ. 2021. № 1. С. 160–165.

## МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦЫ СУХОПУТНОЙ ЗОНЫ АРКТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Сергей Викторович Коптев<sup>1</sup>, Сергей Васильевич Третьяков<sup>2</sup>,  
Александр Петрович Богданов<sup>3</sup>, Алабдуллахалхасно Хасан<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 4</sup> Северный (Арктический) федеральный университет имени  
М. В. Ломоносова

<sup>1, 2, 3</sup> Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,  
Архангельск, Россия

<sup>1</sup> s.koptev@narfu.ru

<sup>2</sup> s.v.tretjakov@narfu.ru

<sup>3</sup> aleksandr\_bogd@mail.ru

<sup>4</sup> 199213000hfa@gmail.com

**Аннотация.** Задача районирования лесов, произрастающих на естественном пределе их распространения, является одной из актуальных на Европейском Севере России. Эти леса играют особую роль в защите континента от холодных северных ветров. Глобальные изменения климата, в прогнозах дальнейшего развития которых преобладают сценарии потепления, ведут к вероятным смещениям границ притундровых арктических лесов на север. Установление таких тенденций возможно только при крупномасштабных подходах. Как показывают наши исследования, такая задача может быть решена с использованием вегетационных индексов.

**Ключевые слова:** изменение климата, сухопутная зона Арктики, уточнение границ, вегетационные индексы

**Благодарности:** публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства (регистрационный номер темы: 122020300231–2; 123022800118–4; 122012600067–9).

## MONITORING OF CHANGES IN THE ARCTIC LAND ZONE BORDER USING EARTH REMOTE SENSING METHODS

Sergey V. Koptev<sup>1</sup>, Sergey V. Tretyakov<sup>2</sup>, Alexander P. Bogdanov<sup>3</sup>,  
Alabdullahalkhasno Khasan<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 4</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

<sup>1, 2, 3</sup> Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

<sup>1</sup> s.koptev@narfu.ru

<sup>2</sup> s.v.tretjakov@narfu.ru

<sup>3</sup> aleksandr\_bogd@mail.ru

<sup>4</sup> 199213000hfa@gmail.com

**Abstract.** The task of zoning forests growing at the natural limit of their distribution is one of the most urgent in the European North of Russia. These forests play a special role in protecting the continent from the cold northern winds. Global climate change, forecasts of which further development are dominated by warming scenarios, lead to probable shifts of the Arctic tundra forests borders to the north. Establishing such trends is possible only with large-scale approaches. As our studies show, this problem can be solved using vegetation indices.

**Keywords:** climate change, land zone of the Arctic, clarification of boundaries, vegetation indices

**Acknowledgements:** the publication was prepared based on the results of research carried out within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Institution “SevNIILH” for conducting applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency (registration number of the topic: 122020300231–2;123022800118–4; 122012600067–9).

В последние годы становится все более очевидным влияние изменения климата на лесные экосистемы. К вероятным последствиям изменения климата следует отнести возможное изменение границ природных зон, в том числе лесов, расположенных на Европейском Севере и необходимость адаптационных мер по обеспечению их устойчивости в новых условиях.

Проблема глобального изменения климата в настоящее время занимает одну из центральных и приоритетных позиций в вопросах международного сотрудничества и вместе с тем служит предметом постоянных дискуссий среди представителей различных государств [1].

В условиях меняющегося климата вызывают интерес метеорологические характеристики (температура воздуха, глубина промерзания (оттаивания) почвы, высота снежного покрова и др.), которые влияют на развитие лесных экосистем.

Наиболее показательным метеорологическим параметром, по изменению которого можно судить об изменении климата, является средняя температура воздуха (среднегодовая, январская, июльская), а также аномалии – отклонения от средних значений, рассчитанных за определенные (базовые) периоды. Анализ наблюдений за температурой воздуха показывает, что пока наблюдается развитие сценария повышения средней температуры как на глобальном, так и на региональных уровнях [2, 3], что ведет к изменениям климатических условий, особенно на севере Европейской части России [4–8]. Эти параметры отражают теплообеспеченность вегетационного периода, и их направленные изменения могут служить индикаторами сдвигов границ ландшафтных зон и подзон.

Территория исследования включает два лесничества и охватывает сухопутную зону Арктики на территории Архангельской области на границе тундры и притундровых лесов в пределах 64°30' и 65°00' с.ш. (рис. 1). Ландшафтная структура рассматриваемого региона весьма неоднородна, поэтому граница может быть размыта и может иметь сложную форму [9].

Цель исследований – выявить влияние изменения климата на растительность северных районов, оценить ее реакцию за исследуемый период с помощью доступной космической съемки со спутников *Landsat*.

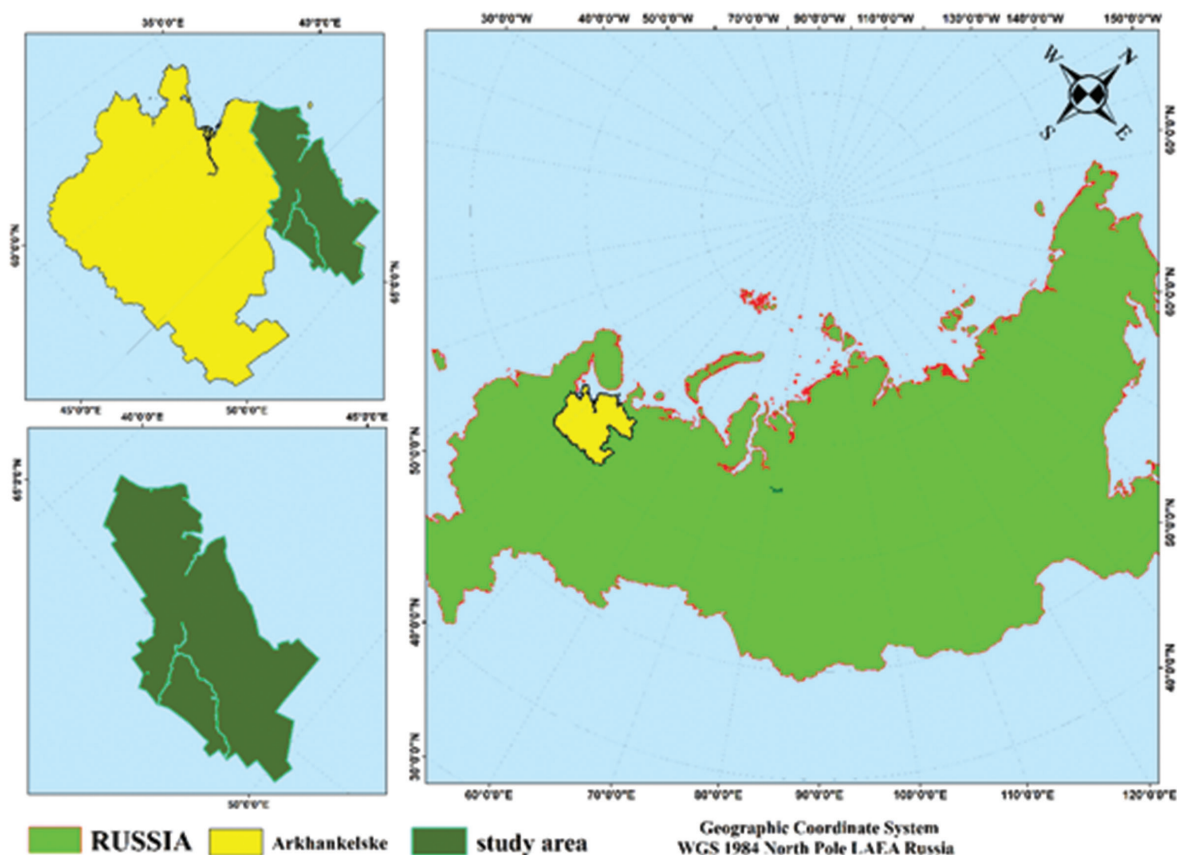


Рис. 1. Район исследований

Для выполнения поставленной цели использована облачная платформа *Google Earth Engine*, которая позволяет подбирать разновременные доступные снимки и удаленно их обрабатывать, автоматизировать процесс обработки большого объема спутниковых снимков [10].

В работе использован вегетационный индекс NDVI, рассчитанный по общеизвестной формуле [7].

Порядок и содержание основных этапов работ:

1. Формирование проекта модельной территории в ГИС.
2. Подбор снимков на модельную территорию с радиометрической калибровкой и атмосферной коррекцией.
3. Создание безоблачных композитов за период 1985–2022 гг.
4. Вычисление вегетационных индексов. Расчет проводился для каждого пикселя в районе с облачностью менее 20 % за период наблюдения.
5. Визуализация и анализ полученных данных.

Расчет спектральных индексов проводили для разновременных снимков 1988 и 2022 гг. с использованием платформы *Google Earth Engine*. Для получения индекса NDVI были созданы безоблачные композиты снимков, выполненные в июне или июле за указанные годы. Полученные индексы для каждого пикселя были генерализированы путем усреднения на лесной квартал. Проведена зональная статистика полигонального слоя квартальной сети и рассчитан искомый индекс в каждом квартале. По формуле (1) рассчитан рост значений индекса NDVI.

$$\Delta\% = (NDVI_{2022} - NDVI_{1988}) \cdot 100\% / (NDVI_{1988} \cdot A), \quad (1)$$

где  $\Delta\%$  – среднее значение роста индекса, %;

$NDVI_{2022}$  – значение индекса за 2022 год;

$NDVI_{1988}$  – значение индекса за 1988 год;

$A$  – период наблюдения, лет.

Полученные значения роста сгруппированы в таблицу.

*Таблица*

Средние значения изменения индекса *NDVI* на исследуемой территории

Интервал	Количество	Доля, %
$-0,50 < x \leq 0,0$	83	1,7
$0,0 < x \leq 0,500$	3956	82,9
$0,50 < x \leq 1,0$	613	12,8
$1,0 < x \leq 1,5$	104	2,2
$1,5 < x \leq 2,0$	18	0,4
Итого	4774	100

Графическое представление интенсивности изменения индекса за прошедший период на территории исследования показано на рис. 2.

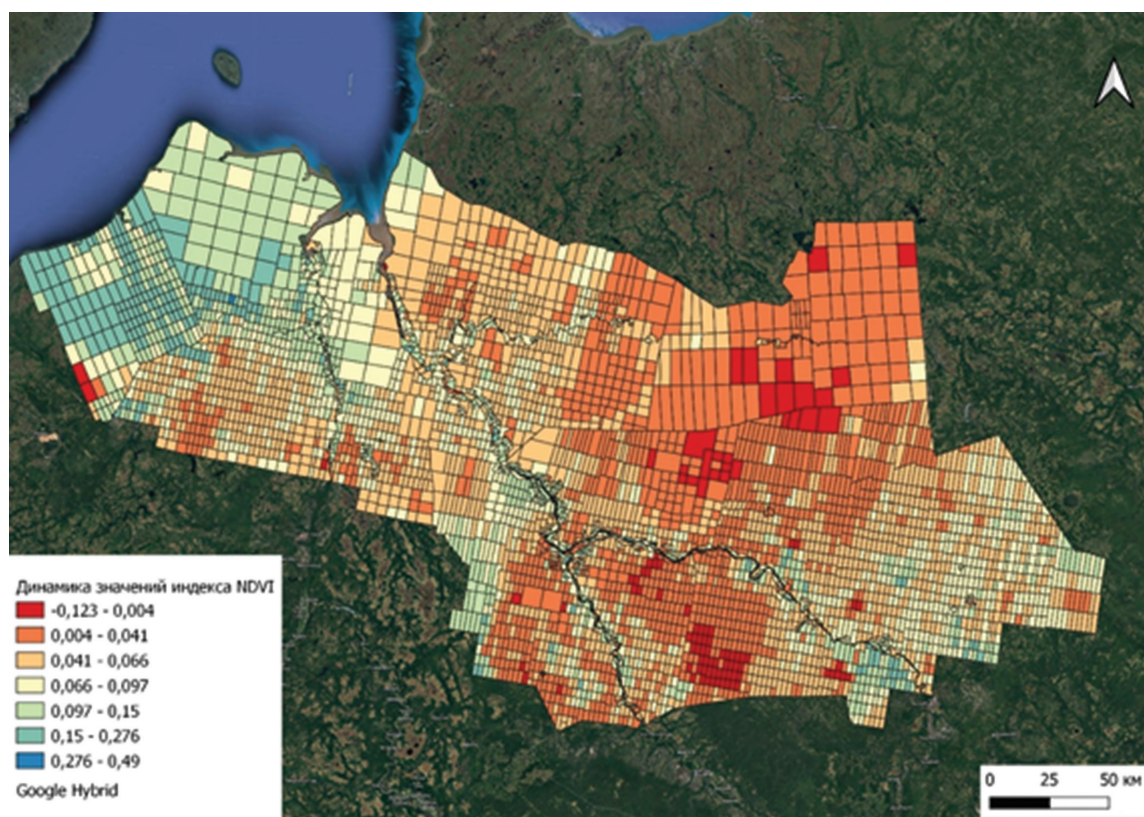


Рис. 2. Интенсивность изменений индекса NDVI за 1988–2022 гг.

Выявлена существенная интенсивность изменения значения *NDVI* за 1988–2022 гг. под влиянием климатических и антропогенных факторов на исследуемой территории. Рост индекса в интервале от 0 до 0,5 составляет 82,9 %, что говорит о слабом реагировании лесных экосистем на изменения климата. Доля лесных кварталов, в которых зафиксировано уменьшение индекса, вызванное антропогенным воздействием на леса, составляет 1,7 %. Отмечен рост индекса в диапазоне от 1 до 2 % для 2,6 % в наблюдаемых случаях. Увеличение произошло в лесничестве, территория которого покрыта болотами на 46 %.

Прослеживается некоторая тенденция увеличения фитомассы на исследуемых территориях, что обусловлено увеличением проективного покрытия в условиях роста продолжительности вегетационного периода, теплового режима почв и большей доступности питательных веществ для растений и из-за увеличения доли осок и злаков в покрове, распространения кустарников.

Глобальное изменение климата, проявляющееся в увеличении проективного покрытия, изменение флоры и фауны арктических территорий может являться угрозой для традиционного хозяйства коренных

малочисленных народов Севера и региональных особенностей промышленного освоения АЗРФ.

Результаты применения вегетационного индекса NDVI показывают области и площади изменения растительного покрова и могут быть использованы разработки планов адаптационных лесохозяйственных мероприятий в лесах сухопутной зоны Арктики.

### *Список источников*

1. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Климатический центр Росгидромета.— Санкт-Петербург: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 2011. 250 с.

2. Грищенко И. В. Наблюдаемые изменения климата на Европейском Севере // Труды Архангельского центра Русского географического общества: сборник научных статей. Архангельск : Архангельский центр Русского географического общества, 2021. С. 86–88.

3. Глобальные изменения климата и их последствия для России: сборник / под ред. Г. С. Голицина, Ю. А. Израэля. М., 2002. 466 с.

4. Анализ многолетних метеорологических наблюдений в Северо-Западном регионе России / К. И. Кобак [и др.] // Метеорология и гидрология. 1999. № 1. С. 30–38.

5. Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты / отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск, 2004. 224 с.

6. Динамика и прогноз изменения климата Восточной Фенноскандии / Н. Н. Филатов, Л. Е. Назарова, Ю. А. Сало, А. В. Семенов // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск, 2003. С. 33–40.

7. Finland's Fifth National Communication under the United Nations Framework Conventions on climate change. Helsinki, 2010. 282 p.

8. Назарова Л. Е. Современные климатические условия водосбора Белого моря // Изв. РГО. 2017. Т. 149. Вып. 5. С. 16–24.

9. Цветков В. Ф., Торхов С. В., Семенов Б. А. К уточнению границы зоны притундровых лесов Архангельской области // Проблемы притундрового лесоводства. Архангельск, 1995. С. 13–29.

10. Совершенствование мониторинга лесов путем использования облачных технологий / А. П. Богданов, А. А. Карпов, Н. А. Демина, Р. А. Алешко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15, № 1. С. 89–100.



## ПРОПОРЦИИ В РАЗМЕРАХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ НА ОСТРОВЕ ЯГРЫ

Павел Александрович Феклистов<sup>1</sup>, Елена Павловна Верховцева<sup>2</sup>,  
Жанна Алексеевна Бруева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральный Исследовательский центр комплексного изучения Арктики  
им. академика Н. П. Лаверова УрО РАН, Архангельск, Россия

<sup>2,3</sup> Северный (Арктический) Федеральный университет им. М. В. Ломоносова,  
Архангельск, Россия

<sup>1</sup> pfeklistov@yandex.ru

<sup>2</sup> verkhovtseva@narfu.ru

<sup>3</sup> bruevazh@bk.ru

**Аннотация.** Исследования выполнены на о. Ягры, который расположен в юго-восточной части Двинского залива Белого моря. Были заложены пробные площади в наиболее распространенных на острове типах леса: в сосняках брусничных, чернично-брусничных, черничных и кустарничково-сфагновых. Пропорции роста определялись по относительной высоте, то есть по отношению высоты к диаметру деревьев. Установлено, что относительная высота на острове почти в дв. раза меньше, чем в древостоях на материке. Показано, что это существенным образом влияет на форму ствола, на острове формируются сильно сбежистые стволы, а также определено, что объемы стволов при равных диаметрах на острове будут существенно ниже, чем в материковых древостоях. Выявлено, что относительная высота в наибольшей степени зависит от диаметра ствола.

**Ключевые слова:** относительная высота деревьев, сосняки, остров Яры, диаметр деревьев, тип леса, возраст

**Благодарности:** исследования выполнены в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова УрО РАН (№ гос. регистрации 122011400384–2).

## PROPORTIONS IN THE SIZE OF PINE TREES ON THE ISLAND OF YAGRY

Pavel A. Feklistov<sup>1</sup>, Elena P. Verkhovtseva<sup>2</sup>, Zhanna A. Brueva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named after Academician N. P. Laverov Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

<sup>2,3</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

<sup>1</sup> pfeklistov@yandex.ru

<sup>2</sup> verkhovtseva@narfu.ru

<sup>3</sup> bruevazh@bk.ru

**Abstract.** The research was carried out on the island of Yagry which is located in the southeastern part of the Dvinsky Bay of the White Sea. Trial areas were laid in the most common types of forest on the island: in cranberry pine forests, blueberry-cranberry pine forests, blueberry pine forests and shrub-sphagnum pine forests. The proportions of growth are determined by relative height that is by the ratio of height to diameter of trees. It was found that the relative height on the island is almost two times less than in the stands on the mainland. It is demonstrated that this significantly affects the form of the trunk, strongly woody trunks are formed on the island and it is also determined that the volumes of trunks with equal diameters on the island will be significantly lower than in mainland stands. In the process of research it was revealed that the relative height depends most on the diameter of the trunk.

**Keywords:** relative height of trees, pine forests, island of Yagry, diameter of trees, type of forest, age of the tree

**Acknowledgement:** the research was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named after Academician N. P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (state registration No. 122011400384–2).

Остров Ягры располагается в юго-восточной части двинского залива Белого моря. Его территория покрыта в основном сосновыми и реже смешанными насаждениями.

Для изучения особенностей деревьев нами были заложены пробные площади в разных типах леса: в сосняках брусничных, чернично-брусничных, черничных и кустарничково-сфагновых. Все древостои чистые по составу, низко бонитетные (4 класс бонитета, а в сосняке кустарничково-сфагновом – 5). Средние диаметры 18–25 см, а в сосняке кустарничково-сфагновом – 11 см. Все древостои разновозрастные. На каждой пробной площади были измерены диаметры и высоты у 25 учетных деревьев, а также определен их возраст по кернам у шейки корня.

Очень важным показателем пропорций в росте или ростовых корреляций является так называемая относительная высота, то есть отношение высоты, выраженной в см к диаметру в см. Это отношение показывает, на сколько увеличивается высота деревьев (в см) при увеличении диаметра на 1 см. Как показали исследования на Б. Соловецком острове [1], а также предварительные исследования на о. Ягры [2], рост в высоту отличается от материковых древостоев – он заметно тормозится. Относительная высота может быть показателем этого торможения, а также дополнительным (к коэффициенту формы) показателем формы ствола [3]: чем больше относительная высота, тем ствол менее сбежистый, а чем меньше, тем сильно-сбежистый.

Исследования показали, что относительная высота в разных типах сосновых древостоев изменялась в среднем от 48 до 57 % (на большинстве пробных площадей) и до 70 % в одном случае. В материковых древостоях [4] средняя относительная полнота составляет 117–119 см/см, то есть в два раза больше. Это свидетельствует о том, что при одинаковом диаметре на материке и на острове объем ствола на острове будет примерно в два раза меньше. Это следует из известной формулы (см., например, [5]), где объем определяется произведением площади поперечного сечения на высоту и старое видовое число. Последнее обычно достаточно низко (порядка 0,400–0,500), и соответственно, слабо может влиять на конечный результат, а вот высота вносит существенный вклад.

Из внутренних факторов относительная высота сильно зависит от диаметров деревьев (рис. 1).

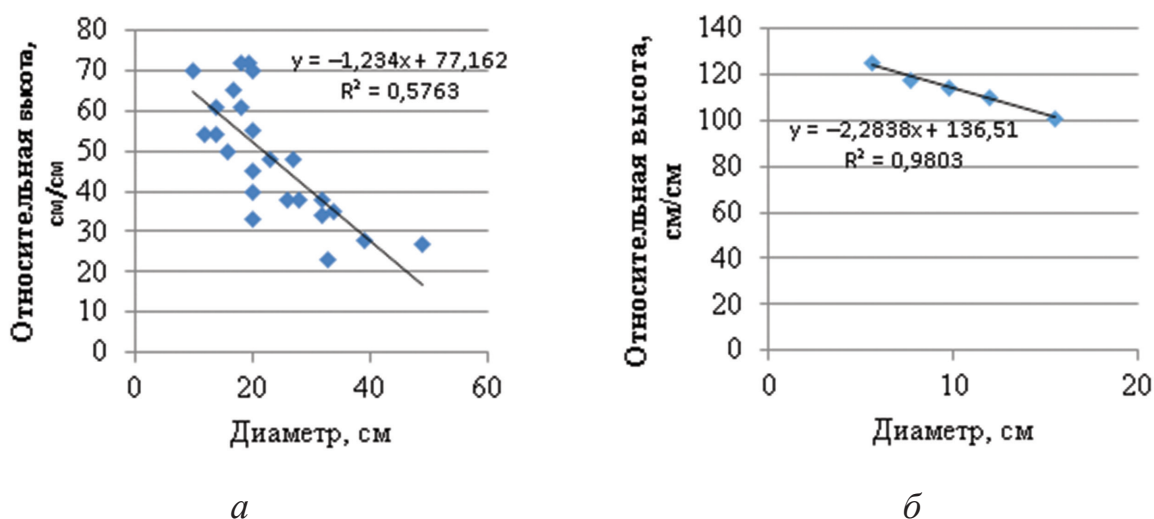


Рис. 1. Зависимость относительной высоты от диаметра деревьев:  
*а* – в сосняке брусничном; *б* – в сосняках притундровых  
 и северотаежных подрайонов [4]

### *Список источников*

1. Соболев А. Н., Феклистов П. А. Особенности строения сосновых древостоев на острове Большом Соловецком // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2022. № 1. С 77–87. DOI: 10.37482/0536–1036–2022–1–77–87.
2. Особенности сосняков лесопарка «Ягры» / П. А. Феклистов // Arctic Environmental Research. 2011. № 1. С.89–96.
3. Маслаков Е. Л. Формирование сосновых молодняков. М. : Лесная промышленность, 1984. 168 с.
4. Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: Гос комитет СССР по лесному хозяйству, 1986. 357 с.
5. Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для ВУЗов. 5–е изд. М. : Лесная промышленность, 1982. 552 с.

Научная статья  
УДК 631.445

## ПОЧВЫ ЛЕНТОЧНЫХ И ОСТРОВНЫХ БОРОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Лидия Андреевна Сенькова**

Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия  
Senkova\_la@mail.ru

*Аннотация.* Представлены результаты почвенной экспедиции по изучению генезиса и свойств почв Кичигинского и Карагайского реликтовых боров. Монолиты этих почв и материалы исследований использованы для экспозиции «Почвы Челябинской области», составления картотеки и каталога Почвенного музея института агроэкологии.

*Ключевые слова:* горные породы, боровые пески, свойства почв

Scientific article

## SOILS OF RIBBON AND ISLAND PINE FORESTS IN THE CHELYABINSK REGION

**Lydia A. Senkova**

Ural State Forest University, Yekaterinburg, Russia  
Senkova\_la@mail.ru

*Abstract.* The results of the soil expedition to study the genesis and properties of soils of Kichiginsky and Karagaysky relic pine forests are presented. Monoliths of these soils and research materials were used for the “Soils of Chelyabinsk region” exposition and for drawing up a card index and catalog of the Soil Museum of the Institute of Agroecology.

*Keywords:* rocks, boron sands, soil properties

Почвы ленточных и островных боров – это реликты перигляциальной лесостепи ледникового периода. Свое название они получили за форму, приуроченную к местам выхода на земную поверхность горных пород, преимущественно кислого состава – гранитов и продуктов их разрушения. Часть их расположена на осадочных породах – песчаных почвогрунтах.

Реликтовые боры простираются лентой или островными включениями по Казахстану, Южному Уралу, Западной Сибири и развиваются в условиях

географического и экологического несоответствия хвойных лесных формаций и почв почвенно-климатическим условиям.

Условия формирования и особенности почвенного покрова ленточных и островных боров изучали Ф. Ю. Гельцер, А. Н. Маланьин, Л. Б. Заугольнова, Л. И. Воронцова [1–3] и др. Они отмечают в почвах боров переплетение современных экологических признаков и свойств с реликтовыми, отражающими происхождение почвы, ее историю. В песчаных почвах боров реликтовые признаки и почвообразующая порода определяют экологическое состояние растительного покрова, который, в свою очередь, является индикатором специфического почвенного покрова. Основной древесной породой в таких борах является сосна обыкновенная (лат. *Pinus sylvestris*), которая характерна в современную геологическую эпоху для таежно-лесной зоны [4].

Низкое плодородие песчаных почв обуславливает разреженность чаще ксерофитных и псаммофитных растительных группировок, небольшую массу опада и слабый биологический круговорот веществ.

Вопрос о возрасте и происхождении островных и ленточных боров еще не совсем решен. Е. В. Вульф [5] считал сосну древним реликтом на территории Казахстана. Л. Б. Заугольнова [3] рассматривает эти боры как обедненные дериваты древних сосновых лесов, произраставших во влажные климатические периоды. Но не отрицается и современное происхождение сосновых лесов в условиях степи.

В Челябинской области реликтовые боры расположены в лесостепной и степной зонах на территории Зауральского пенеблена и частично в Западно-Сибирской низменности. Они являются памятниками природы, выполняют важные почвозащитные и водоохраные функции и в настоящее время претерпевают интенсивную антропогенную нагрузку. Некоторые сведения о почвах боров имеются в научно-популярной литературе [6], но эти почвы практически не изучены. Имеющаяся о них информация в материалах почвенного обследования нуждается в серьезном уточнении.

В связи с этим почвенной экспедицией Института агроэкологии исследовались экологические особенности почв ленточного Карагайского и островного Кичигинского реликтовых боров, сформированных на генетически различных почвообразующих породах. При этом использовались специальные методы исследования почв: сравнительно-географический и сравнительно-аналитический [7]. Почвенно-экологическая оценка дана по методике Почвенного института РАСХН [8].

Почвы Карагайского бора образованы на продуктах разрушения магматических пород кислого состава, которые имеют светлый цвет и содержат более 50 % кварца. Светлые породы лучше отражают лучи солнца, поэтому устойчивы в природной обстановке. В настоящее время они представляют

собой крупнообломочный материал материнских пород боровых песков, в составе которого визуально наблюдается структура и текстура красного гранита. В минералогическом составе гранита выявляются кварц, ортоклаз, плагиоклазы и гидрослюды.

Почвы Кичигинского бора сформированы на продуктах разрушения средних магматических горных пород, которые относительно темные по цвету, поэтому легче разрушались под влиянием климатических факторов. В настоящее время они представлены тонкозернистыми породами полиминерального песчаного состава бурого цвета. Аналогичные почвы встречаются на Алтае и в СНГ [2, 9], а также описаны в Пенсильвании [10].

Почвами исследованных боров являются боровые пески. При изучении этих почв диагностика является наиболее сложным вопросом, так как нет строгой терминологии. Это приводит к разночтению генезиса и путает систематику.

У зональных черноземных и темно-серых лесных почв, прилегающих к борам, почвообразующие породы представлены современными элювиально-делювиальными карбонатными отложениями.

Боровые пески значительно отличаются по внешним признакам от зональных черноземных почв, среди которых они расположены, наличием генетических горизонтов  $A_1A_2$  (AY) и  $A_2B$  (BEL) с заметными признаками элювиальных процессов. Отсутствие горизонта  $A_2$  (EL) не противоречит современному генезису этих почв. Это объясняется специфическими особенностями почвообразующих пород: преобладанием кварца в минералогическом составе, малым количеством вторичных минералов и высокодисперсных частиц. Пески ленточных боров имеют низкую поглотительную способность и могут аккумулировать малую часть продуктов почвообразования, большая часть которых выносится почвенными растворами за пределы почвенного профиля.

Особенностью легких боровых песков, по сравнению с аналогичными зональными почвами таежно-лесной зоны, являются слабая выраженность почвенного профиля, отсутствие резкой дифференциации его на генетические горизонты.

Физические свойства отражают особенности морфологии. Твердая фаза изученных почвообразующих пород и почв состоит из обломков первичных и реже вторичных минералов различных размеров.

В почвах Карагайского и Кичигинского боров наибольшее количество физической глины (10 %) находится в гумусовом A (AY) горизонте (рис. 1, 2).

Вниз по профилю содержание физической глины снижается, и морфологически выявленный процесс разрушения в виде белесоватости не находит аналитического подтверждения вследствие того, что бор расположен

на обломочных продуктах выветривания плотных горных пород. Продукты разрушения почв в них не илювируются, а свободно вымываются в глубокие горизонты или за пределы почвенного профиля.

В черноземах выщелоченных и темно-серых лесных почвах Карагайского бора распределение физической глины по профилю неравномерно и зависит от зонального почвообразовательного процесса – выщелачивания (см. рис. 1).

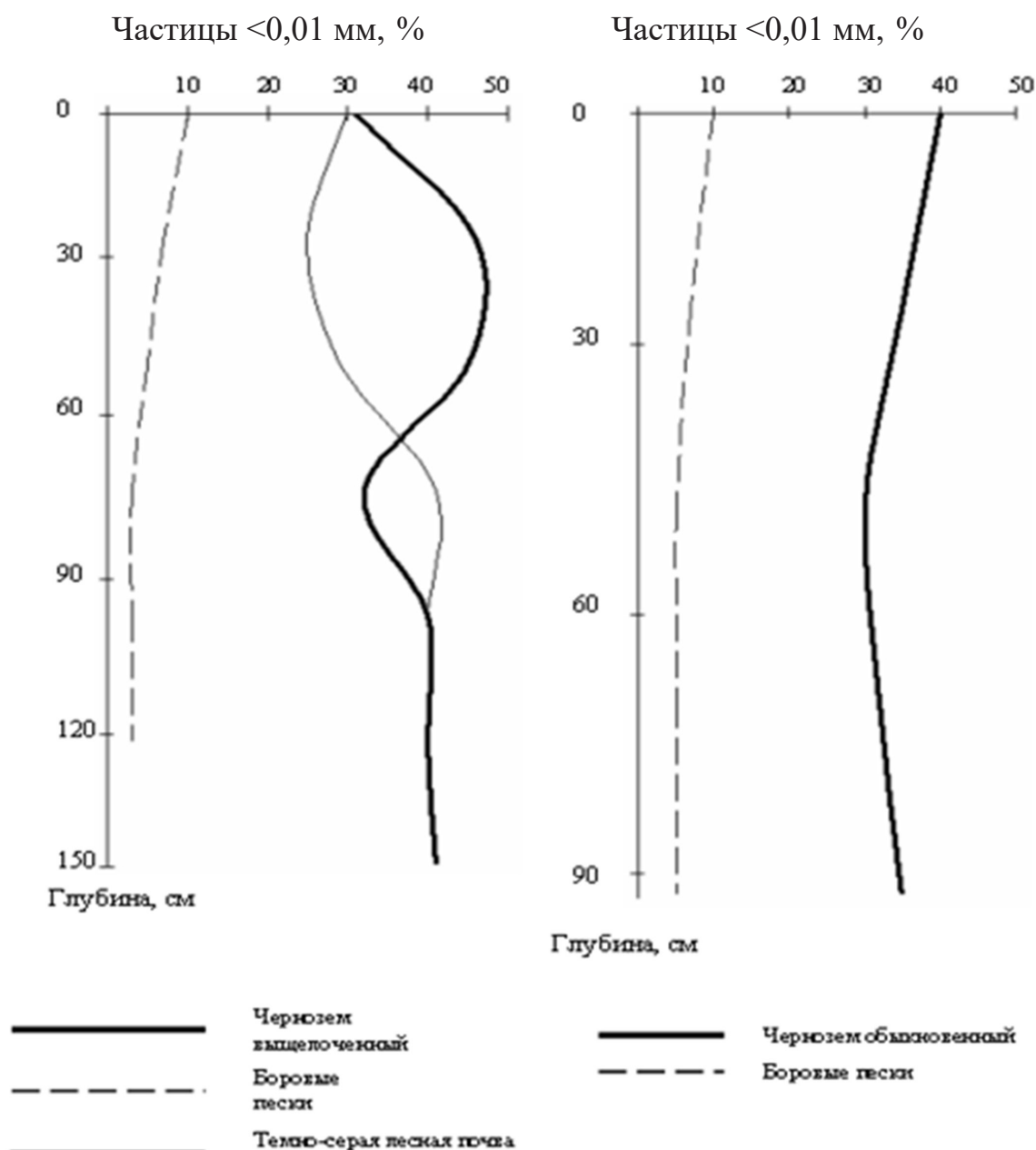


Рис. 1. Гранулометрический состав почв Карагайского бора и прилегающей к нему территории

Рис. 2. Гранулометрический состав почв Кичигинского бора и прилегающей к нему территории



В прилегающих к Кичигинскому бору черноземах обыкновенных наибольшее количество физической глины также находится в верхнем горизонте и вниз по профилю уменьшается, оставаясь высоким. Процесс илювиирования здесь не наблюдается (см. рис. 2). Эти почвы относятся к роду обычному.

Таким образом, генетическая основа почв боров и почв прилегающих к ним территорий различна. Это обусловило различие свойств этих почв (рис. 3–6). Плотность сложения почвы Карагайского бора составляет  $1,27-1,35 \text{ г/см}^3$ .

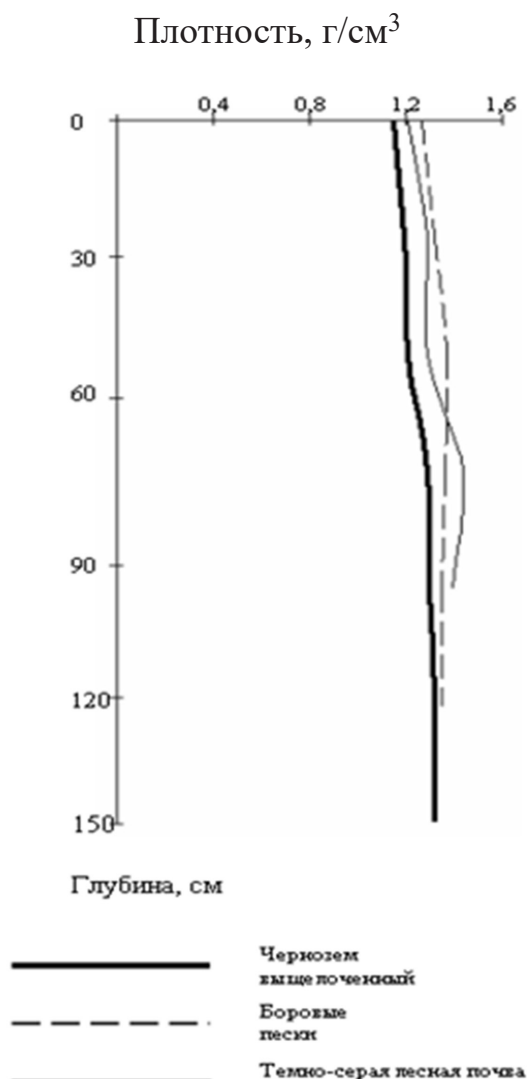


Рис. 3. Плотность сложения почв Карагайского бора и его периферии

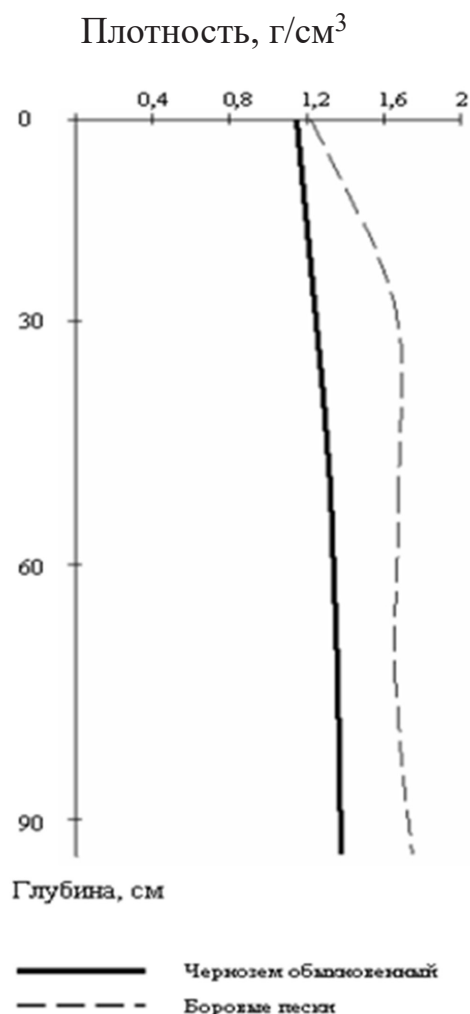


Рис. 4. Плотность сложения почв Кичигинского бора и его периферии

Увеличение плотности по профилю равномерное. Но морфологическое проявление процесса оподзоливания только в виде кремнеземистой присыпки свидетельствует о его реликтовом и слабом проявлении.

На прилегающей территории у черноземов выщелоченных изменение плотности сложения относительно равномерное, что связано со слабым процессом выщелачивания, следовательно, со слабым илювиированием.

В лиственном лесу, расположенном по периферии Карагайского бора, плотность сложения темно-серой лесной почвы свидетельствует о слабом выносе и отложении продуктов почвообразовательных процессов, характерном для современных почв этого подтипа.

У почв Кичигинского бора из-за преобладания первичных минералов в песчаных фракциях механических элементов и низкого содержания гумуса вниз по профилю почвы наблюдается уплотнение. На прилегающей к бору территории плотность сложения чернозема оптимальна, что свидетельствует о присутствии в профиле почвы не только органического вещества, но и легких вторичных минералов.

Плотность твердой фазы в почвах Карагайского и Кичигинского боров практически одинаковы (2,6...2,8 г/см<sup>3</sup>), что свидетельствует о близких значениях содержания органического вещества во всех горизонтах этих почв. На прилегающих территориях в хорошо гумусированных зональных почвах в верхних горизонтах плотность твердой фазы ниже. В материнской породе она, при отсутствии органического вещества, повышается.

Пористость почв в Карагайском бору высокая, она зависит от сложения почвы и обуславливает вынос продуктов разрушения из верхнего горизонта (см. рис. 5). На черноземе выщелоченном и темно-серой лесной почве прилегающей территории этот показатель высок. Такие почвы обладают хорошими физическими, водными и воздушными свойствами.

Такая пористость в почвах вызывает нарушение воздухообмена и водопроницаемости; морфологически это проявляется в виде охристых пятен оксида железа.

Проведенные исследования почв ленточных и островных боров позволяют говорить о почвообразовательном процессе, обусловленном фактором времени. Песчаные почвы Карагайского и Кичигинского боров не относятся к развеваемым пескам. В них нет признаков переотложения или наличия погребенных почв. Особенно отчетливо это видно в Карагайском бору, где близко к поверхности расположены коренные горные породы. Изученные боровые пески имеют сложные профили. Диагностическими показателями почвообразования служат отсутствие сыпучести и песчаной ряби на поверхности. Проективное покрытие травянистого покрова составляет около 30 %. Состояние древесной породы сосны, имеющей широкий ареал распространения, указывает на благоприятную среду ее произрастания в условиях непромывного типа водного режима лесостепи и степи. Хвойные породы, произрастающие на современных зональных почвах таежно-лесной зоны,

при промывном типе водного режима обеспечивают протекание процесса оподзоливания, формирующего подзолистые почвы [11]. Отсутствие здесь развитого травянистого покрова ограничивает развитие гумусово-аккумулятивного процесса.

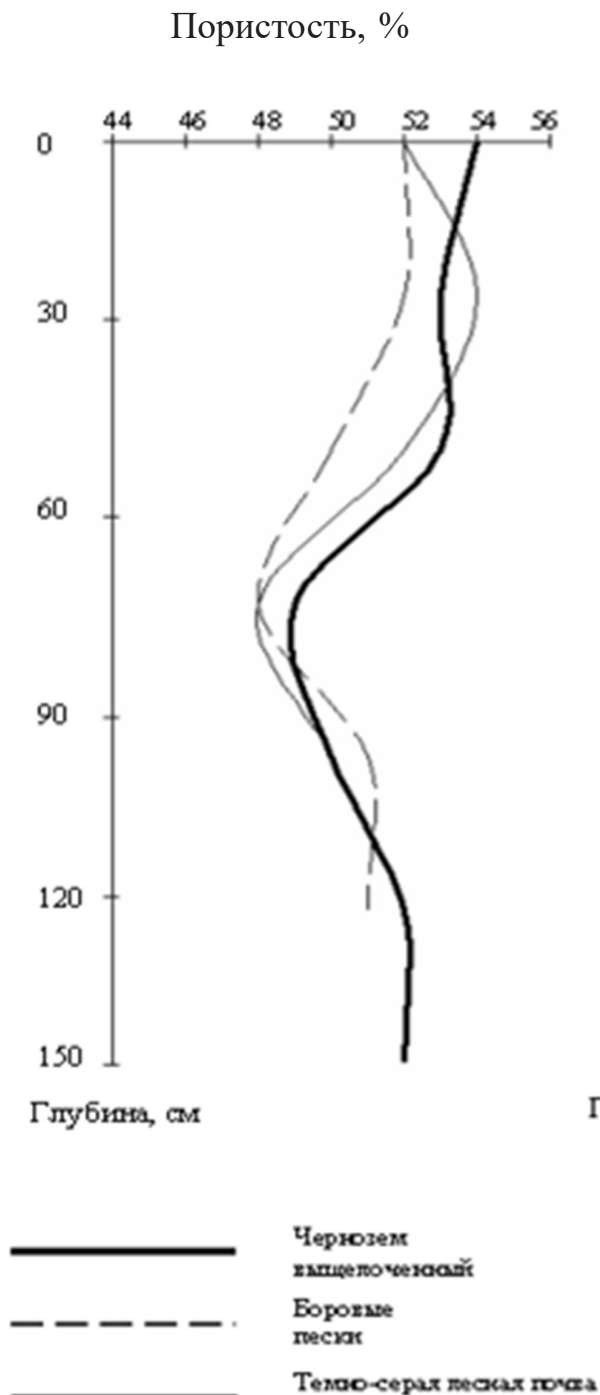


Рис. 5. Пористость почв Карагайского бора и его периферии

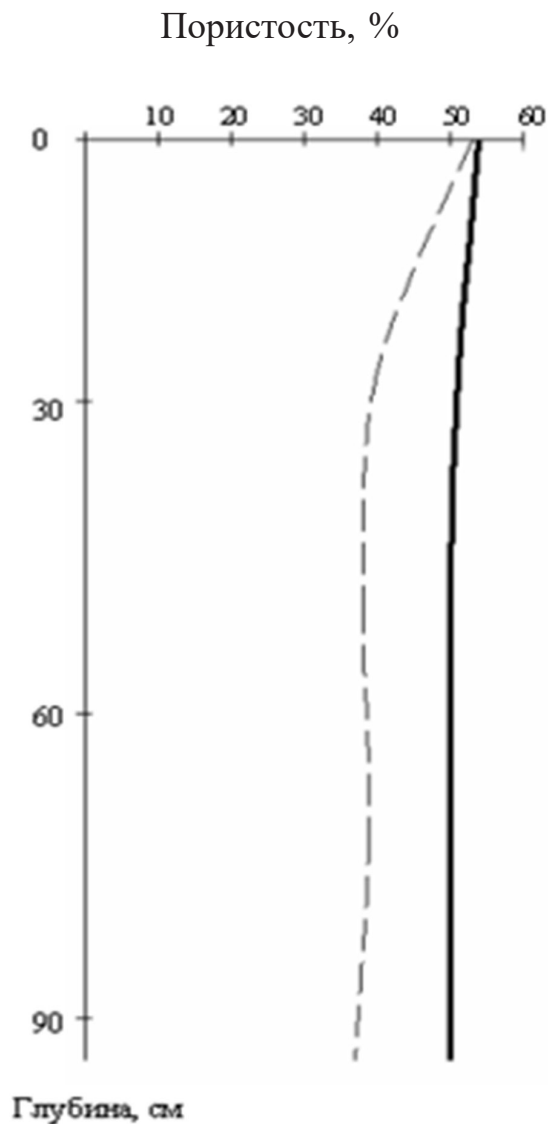


Рис. 6. Пористость почв Кичигинского бора и его периферии

В ленточных борах лесостепной и степной зон в современный геологический период процесс подзолообразования, выраженный в боровых песках, можно назвать реликтовым в связи с изменением биоклиматической обстановки на этой территории. Влага стала лимитированной, и черты бывшего почвообразования отражаются теперь только в реликтовых морфологических признаках этих почв в виде белесоватой кремнеземистой присыпки. В современных условиях почвообразования ее накопление практически невозможно. Поэтому боровые пески несут некоторые внешние признаки почв таежно-лесной зоны, а их свойства – почв лесостепи и степи.

Отмеченные свойства боровых песков обуславливают их низкую почвенно-экологическую оценку – почвенно-экологический индекс (ПЭИ), который для почв Карагайского бора составляет 25 баллов, для почв Кичигинского бора – 33 балла, что в два раза ниже, чем у зональных черноземных почв, прилегающих к реликтовым борам. Однако эта оценка почв не снижает значимости реликтовых боров. Сосновые насаждения улучшают экологическую обстановку территории, особенно с высокой техногенной нагрузкой, гасят скорость ветра в приземном слое, защищая пахотные земли от воздействия ветровой эрозии. Почвы реликтовых боров – объекты исторической геологии. По ним можно восстанавливать историю развития нашей планеты. Поэтому режим охраны этих почв и расположенных на них боров должен быть особо строгим.

Образцы почв боров представлены в Почвенном музее Института агроэкологии в экспозиции «Почвы Челябинской области», а материалы их исследований использованы для составления картотеки и каталога.

### ***Список источников***

1. Гельцер Ф. Ю. Ленточные боры. М.- Л. : Наука, 1986. 149 с.
2. Маланьин А. Н. Дерново-боровые почвы островных боров Северного Казахстана. М., 1979. 215 с.
3. Заугольнова Л. Б., Воронцова Л. И. Физико-географические условия Наурзумского заповедника // Флора и растительность Наурзумского государственного заповедника: сборник трудов. М. : Типография МГПИ им. В. И. Ленина, 1975. С. 7–12.
4. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста. Ю. В. Зарипов [и др.] // Лесной журнал. 2021. Т. 12. Вып. 11. С. 22–33.
5. Вульф Е. В. Понятие о реликте в ботанической географии II Материалы по истории флоры и растительности СССР. Т. 1. М., 1941.

6. Моисеев А. П., Николаева М.Е. Природа и мы. Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд- во, 1982. 192 с.
7. Долгов С.И. Агрофизические методы исследования. М. : Наука, 1966. 256 с.
8. Карманов Л. Н. Оценка плодородия почв. М., 1985. 256 с.
9. Парамонов Е. Г., Рыбкина И. Д. Ленточные боры Алтая в период потепления климата // Устойчивое лесопользование. 2017. № 3 (51). С. 33–39.
10. Bilzi A. F., Ciolkosz E. J. Time as a Factor in the Genesis of Four Soils Developed in Recent Alluvium in Pennsylvania // Soil Sci. Soc. Amer. J. 1977. V. 41, № 1.
11. Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. М.-Л. : Наука, 1964. 380 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ ВЛАГИ В ПОЧВЕ

Лидия Андреевна Сенькова<sup>1</sup>, Валериан Николаевич Луганский<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> senkova\_la@mail.ru

<sup>2</sup> luganskiyvn@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Научно обоснованы режимы увлажнения чернозема выщелоченного. Определение поливных норм, мощности увлажненного слоя должно строиться с соблюдением оптимального порога предполивного снижения влажности почвы, соответствующего почвенно-гидрологической константе – влажности разрыва капиллярных связей (ВРК).

**Ключевые слова:** почвенно-гидрологические константы, режимы орошения, чернозем выщелоченный

Scientific article

## JUSTIFICATION OF IRRIGATION TECHNOLOGY BASED ON MOISTURE BEHAVIOUR IN SOIL

Lydia A. Senkova<sup>1</sup>, Valerian N. Lugansky<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forest University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> senkova\_la@mail.ru

<sup>2</sup> luganskiyvn@m.usfeu.ru

**Abstract.** Wetting regimes of leached chernozem are scientifically substantiated. Determination of irrigation rates, wetted layer thickness should be based on observance of optimal threshold of pre-irrigation decrease of soil moisture corresponding to soil-hydrological constant – capillary bond breaking humidity (CBC).

**Keywords:** soil-hydrological constants, irrigation regimes, leached chernozem

Одним из путей рационального использования почв, сохраняющих их устойчивость при высокой антропогенной нагрузке, является разработка почвозащитных и водосберегающих технологий орошения почв [1–2].

Усиление аридизации климата определяет необходимость почво- и водосбережения на основе глубокого изучения водных свойств и поведения влаги в почвенном профиле. Эти данные являются не только теоретическим и экспериментальным обоснованием, но и прогнозом эффективности технологий, исключающим возможность деградации почв при орошении [3].

Ирригационное освоение почв актуально не только для возделывания сельскохозяйственных культур, но и при планировании питомников, садов, парков и скверов в различных природных зонах, вплоть до тундровой, где также необходимо орошение газонов. В связи с этим становится необходимым изучение особенностей поведения влаги в почве.

Методики для таких исследований предложены М. М. Абрамовой [4] и А. А. Роде [5]. Однако они пока не используются на практике при ирригационном освоении территории, а заменяются наиболее простыми расчетными методами [6]. Это обстоятельство влечет за собой огромные непродуктивные потери воды, вторичное засоление почв и снижение биологической продуктивности культур.

Исследование поведения влаги в почве позволяет получить значения почвенно-гидрологических констант, которые характеризуют пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги. Такие константы определяют степень подвижности влаги в профиле почвы и ее доступность растениям.

Цель работы – показать на примере режимов орошения чернозема выщелоченного количественно и качественно недоступную, и следовательно, непродуктивную влагу при принятом в практической деятельности диапазоне увлажнения.

Влага длительно удерживается в почве от нисходящего и восходящего движения при константе НВ – наименьшей влагоемкости. Поэтому ее используют для определения режимов орошения в качестве верхнего предела влагообеспеченности. За нижний предел доступности влаги растениям на практике принята константа ВЗ – влажность устойчивого завядания. При такой влажности растения завядают и при перемещении в атмосферу, насыщенную парами влаги, тургор у них не восстанавливается. Такой режим орошения в интервале НВ–ВЗ предусматривает снижение количества поливов при повышении их норм, что экономически считается целесообразным.

Однако детальное изучение водной физики конкретных почв свидетельствует об обратном, включая серьезные экологические последствия.

На черноземах выщелоченных Южного Урала с благоприятными физическими и физико-химическими свойствами проведено выявление причин низкой продуктивности культур при принятых технологиях орошения.

Для этого тщательно изучили почву, затем по методу А. А. Роде [5] исследовали ее гидрологические константы, характеризующие удержание, перемещение влаги по профилю и доступность для растений (табл. 1).

Таблица 1

Почвенно-гидрологические константы чернозема выщелоченного

Почвенно-гидрологические константы	Слой почвы, см	Влажность почвы		Запасы влаги, мм
		% от массы	% от НВ	
НВ	0–50	28,3	100,0	171
	0–100	28,0	100,0	362
ВРК	0–50	20,9	73,9	125
	0–100	20,4	72,9	262
ВЗ	0–50	13,0	46,0	78
	0–100	11,0	39,3	153
ДАВ (НВ–ВЗ)	0–50	15,3	54,1	93
	0–100	17,0	60,7	209

Верхний предел удержания влаги в природе капиллярными силами соответствует константе НВ. Благодаря разности давлений верхнего и нижнего менисков вода удерживается в порах почвы. При увеличении кривизны верхнего мениска во время испарения возникает разность давлений, поэтому уменьшение их поверхностного давления в результате появления градиента влажности и всасывающего давления приводит к физическому испарению с поверхности почвы. При влажности, соответствующей почвенно-гидрологической константе – влажности разрыва капиллярных связей (ВРК), происходит резкое снижение подвижности влаги в почве и ее доступности растениям. Это нижний предел оптимального увлажнения почвы. Снижение влажности почвы ниже ВРК до ВЗ влечет за собой резкое снижение продуктивности растений.

Расход влаги в корнеобитаемом слое в результате десукции, транспирации и физического испарения может вызвать капиллярный подток влаги из резервного слоя 50–100 см в корнеобитаемый 0–50 см слой в случае, если влажность в нем превышает ВРК.

Имея информацию о характере нисходящего и восходящего движений воды в конкретной почве и используя экспериментально полученные почвенно-гидрологические константы при разработке режима орошения, появляется возможность узнать, может ли влага подниматься из резервного слоя в корнеобитаемый и рассчитать оптимальный порог предполивного снижения влажности почвы по состоянию ее влажности (табл. 2).



Хотя диапазон активной влаги (ДАВ) в этом черноземе широкий, труднодоступная для растений влага в нем в виде отдельных скоплений в капиллярах почвы также имеет высокие показатели и составляет в слоях 0–50 см и 0–100 см соответственно 51,6 см и 55,3 % от ДАВ.

Таблица 2

Предполивной порог снижения влажности почвы

Слой почвы, см	Предполивное снижение влажности						Недоступная (непродуктивная) влага при предполивном снижении влажности на практике до (НВ–ВЗ)			
	используемое на практике (НВ–ВЗ)			оптимальное (НВ–ВРК)						
	% от массы почвы	% от НВ	мм	% от массы почвы	% от НВ	мм	% от массы почвы	% от НВ	% от ДАВ	мм
0–50	15,3	54,0	93	7,4	26,1	46	7,9	27,9	51,6	47
0–100	17,0	60,7	209	7,6	27,1	100	9,4	33,6	55,3	109

Если поток влаги из слоя 0–50 см при оптимальном увлажнении должен составлять 46 мм, то на практике – 93 мм. Разница между этими величинами (47 мм) представляет собой половину поливной нормы, которая плохо подвижна и труднодоступна для растений.

В этом отчетливо видна причина низкой эффективности орошения культур, когда полив назначается при очень низкой влажности, ниже ВРК, при ее снижении до ВЗ. В диапазоне ВРК–ВЗ почвенная влага уже слабо подвижна и труднодоступна растениям, и такая труднодоступная влага составляет половину поливной нормы.

Таким образом, режимы орошения почв должны строиться на основе знаний таких почвенно-гидрологических констант, как НВ, ВРК, ВЗ. За нижний порог предполивной влажности следует брать константу ВРК, ниже которой запас продуктивной влаги резко снижается.

**Список источников**

1. Назаралиев Д. В., Хамрокулов Ж. С., Остонаева М. К. Почвозащитные и водосберегающие технологии полива картофеля на эродированных почвах // Colloquium-journal. 2020. № 2 (54). URL: <https://inlnk.ru/YAnYgM> (дата обращения: 24.05.2023).

2. Асаналиев А., Сыдыкбаев Т., Гареева А. Почво- и водосберегающие технологии в Центральной Азии. Бишкек : 2018. 204 с.

3. Сенькова Л. А. Восходящее передвижение влаги при испарении в черноземе выщелоченном // Аграрный вестник Урала. 2007. № 6. С. 54–55.

4. Абрамова М.М. Перемещение воды в почве за счет испарения // Тр. Почвенный институт АН СССР. Т. 41. М., 1953. С. 71–146.

5. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаги. Т. 2. М. : Гидрометеоздат, 1969. С. 598.

6. Комиссаров А. В., Ишбулатов М. Г., Салихов И. Р. Способы орошения и урожайность картофеля в лесостепной зоне Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 36–1, Т. 4. URL: <https://inlnk.ru/agPDGJ> (дата обращения: 24.05.2023).

Научная статья  
УДК 631.81.095.337

## ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ НА ОСНОВЕ НТФ КИСЛОТ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Наталья Валентиновна Марина<sup>1</sup>, Анна Владимировна Лантинова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> marinanv@usfeu.ru

<sup>2</sup> lantinovaan@usfeu.ru

**Аннотация.** Изучено воздействие комплексонов металлов на рост и развитие высших растений. Показано, что при определенных концентрациях комплексоны металлов стимулируют рост и развитие растений.

**Ключевые слова:** комплексоны металлов, НТФ

Scientific article

## EFFECTS OF THE ACTION ATMP (METHYLENEDIPHOSPHONIC ACID) ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS

Natalia V. Marina<sup>1</sup>, Anna V. Lantinova<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> marinanv@usfeu.ru

<sup>2</sup> lantinovaan@usfeu.ru

**Abstract.** The effect of metal complexates (ATMP) on the growth and development of plants has been studied. It has been shown that at certain concentrations metal complexonates stimulate the growth and development of plants.

**Keywords:** chelating agents, ATMP, methylenediphosphonic acid

В настоящее время остается актуальной проблема лесовозобновления на техногенно-нарушенных территориях. Это невозможно без использования качественного посевного материала и повышения устойчивости лесных насаждений.

Перспективными для данной цели могут быть органоминеральные удобрения, содержащие в своем составе как индивидуальные микроэлементы, так и их комплекс, а также использование препаратов пролонгированного действия. Такими веществами являются комплексопаты металлов. Их повышенная усвояемость обусловлена тем, что микроэлемент вводится в биологически активной форме и обладает высокой мембранной проницаемостью. Растения намного лучше и эффективнее усваивают комплексопаты металлов, по сравнению с солями микроэлементов, которые в почве могут вступать в перекрестные реакции и образовывать соединения, которые не усваиваются растением [1]. Способы применения микроэлементов могут быть самыми разными: некорневая подкормка в течении вегетации, предпосевная обработка семян и внесение микроэлементов в почву. При некорневой подкормке и предпосевной обработке семян растения используют 40–100 % всех микроэлементов, но при внесении их в почву растения усваивают лишь несколько процентов. Цель исследования – изучение эффективности действия комплексопатов на основе НТФ кислот на рост и развитие высших растений.

Нами были проведены исследования потенциальной возможности использования комплексопатов металлов с органическими лигандами, содержащими фосфоновые группы в качестве источника биометаллов.

В качестве металлов-комплексобразователей выбраны медь, цинк и железо, которые обладают определенным биологически активным действием на растения. Так, железо участвует в обмене веществ, клеточном дыхании, фиксации азота и синтезе хлорофилла зеленых насаждений.

Медь выполняет определенные функции в ряде физиологических процессов: дыхании, фотосинтезе, перераспределении углеводов, метаболизме протеинов, восстановлении и фиксации азота [1]. Она отвечает за иммунитет растений и устойчивость к негативным факторам окружающей среды.

Цинк участвует в метаболизме углеводов, протеинов, фосфатов, а также в процессах, связанных с образованием ДНК и рибосом [1], влияет на процессы оплодотворения растений и развитие зародыша. В процессе дыхания и фотосинтеза цинк катализирует расщепление угольной кислоты на воду и углекислый газ.

В качестве комплексонов использована фосфорсодержащая кислота: нитрилтри (метиленфосфоновая) кислота – НТФ (содержит одну фосфоновую группу).

Ранее с соавторами было установлено, что комплексоны относятся к умеренно токсичным соединениям. Так, для ОЭДФ величина ПДК в воде составляет 0,6 мг/мл, а значение LD50 равно 2500 мг/кг. Комплексопаты

металлов микроэлементов являются умеренно и малотоксичными соединениями [2].

Для выявления интервала концентраций исследуемых комплексонатов, в которых возможно проявление потенциальной токсичности, был применен метод биотестирования с использованием в качестве тест-организма кресс-салата [3].

Методика выполнения эксперимента заключалась в следующем: методом последовательного разбавления были приготовлены серии тестируемых водных растворов комплексонатов. Исходные концентрации комплексонатов рассчитывали по действующему металлу.

В основу применяемой нами методики положен подход, предложенный в ГОСТ Р ИСО 18763–2019 [1], который заключается в контактном биотестировании почв с использованием специально разработанной конструкции плоских и мелких прозрачных планшетов.

В отличие от данного метода нами использован метод элюентного биотестирования в упрощенных планшетах. В качестве тест-растения, как и в вариантах ГОСТ Р ИСО 18763–2019 [1], было взято двудольное растение *Lepidium sativum*. В качестве оцениваемой тест-функции нами учитывались длина ростка и длина корня тест-организма.

Эффект действия тестируемых образцов ( $\mathcal{E}$ , %) на рост и развитие корневой и наземной части вычисляют по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{A - B}{B} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $A$  – среднее значение длины корней или проростков в контрольном опыте;

$B$  – среднее значение длины корней или проростков в исследуемой среде.

Следует отметить, что тестируемая среда может оказывать как угнетающее, так и стимулирующее влияние на тест-растение. При этом эффект угнетения будет выражаться положительным значением величины  $\mathcal{E}$ , а стимулирующее воздействие – отрицательным.

Анализ полученных данных показывает, что в интервале концентраций от 0,02 до 0,002 % (по металлу) комплексонат цинка и железа с НТФ и комплексонат меди с НТФ при концентрации металла 0,002 % оказывают стимулирующее влияние на рост и развитие наземной и корневой частей тест-культуры (таблица).

Согласно шкале токсичности Кабирова и Багдасаряна [4], комплексонат меди с НТФ по действию на корневую и наземную части относится к высокому классу токсичности (класс II), а комплексонат железа по действию на корневую часть при концентрации 0,02 % – к среднему (класс III).

Индексы токсичности оцениваемых факторов при тестировании  
комплексов металлов с НТФ

Доля	Корневая часть. Эффект торможения роста и развития	Наземная часть. Эффект торможения роста и развития	Эффект торможения прорастания семян
10 % НТФ	100,00	100,00	100,00
1 % НТФ	100,00	100,00	100,00
0,1 % НТФ	75,49	52,08	53,33
0,01 % НТФ	31,37	20,83	-10
2 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,2 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,02 % Zn	24,02	33,33	13,33
0,002 % Zn	-10,29	-5,26	-1,25
2 % Cu	100,00	100,00	100,00
0,2 % Cu	100,00	100,00	100,00
0,02 % Cu	50,98	-22,92	-5,21
0,002 % Cu	68,14	12,50	53,33
2 % Fe	100,00	100,00	100,00
0,2 % Fe	100,00	100,00	100,00
0,02 % Fe	53,43	-6,25	60,00
0,002 % Fe	-7,84	-47,92	-20,00
0,02 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,002 % Zn	31,37	-10,42	-20,00

Для более полной достоверности полученных данных при решении вопроса о возможности применения комплексонов железа, меди и цинка с НТФ в качестве источника микроэлементов для высших растений необходимо провести расширенные исследования с использованием других тест-организмов, а также полевых исследований по применению комплексонов основе НТФ кислот.

### *Список источников*

1. Дятлова, Н. М., Темкина, В. Я., Попов, К. И. Комплексоны и комплексоны металлов. М. : Химия, 1989. 544 с.
2. ГОСТ Р ИСО 18763–2019 Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. М. : Стандартиформ, 2019.

3. Лантинова А. В., Марина Н. В. Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах / отв. ред. Д. В. Московченко // Материалы II Всероссийской конференции, посвященной 25-летию природного парка «Нумто»: сборник научных статей; Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа-Югры; ФГБУН ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН»; Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа-Югры Природный парк «Нумто». Екатеринбург, 2022. С. 73–77.

4. Фитотестирование в оценке токсичности городских почв / А. В. Прусаченко [и др.] // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 2. С. 105–109.

Научная статья  
УДК 630.33

## О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ПОДТРЕЛЕВКЕ ДРЕВЕСИНЫ МИНИ-ТРАКТОРАМИ

Эдуард Федорович Герц<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>,  
Алина Флоритовна Уразова<sup>3</sup>, Юрий Николаевич Андрейчук<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> mehrentsevav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> andreichuk.les@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрена необходимость оборудования транспортной системы на основе мини-трактора грузоподъемным механизмом. Расчеты выполнены для условий рубок ухода в нормальных сосняках 1б класса бонитета. В качестве критерия принята предельно допустимая масса груза при подъеме и перемещении тяжестей рабочими.

**Ключевые слова:** рубки ухода, мини-тракторы, грузоподъемные механизмы

Scientific article

## THE EXPEDIENCY OF USING LOAD-LIFTING MECHANISMS WHEN REELING WOOD WITH MINI TRACTORS

Eduard F. Gerz<sup>1</sup>, Andrey V. Mehrentsev<sup>2</sup>, Alina F. Urazova<sup>3</sup>,  
Yury N. Andreychuk<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> gertsef@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> mehrentsevav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> andreichuk.les@mail.ru

**Abstract.** The necessity of equipping a transport system based on a mini tractor with a lifting mechanism is considered. The calculations were performed for the conditions of care felling in normal pine forests of the 1b class of bonitet. As a criterion, the maximum permissible weight of the load is accepted when lifting and moving weights by workers.

**Keywords:** thinning, mini tractors, lifting mechanisms

Переход на интенсивную модель лесопользования предполагает качественное выполнение комплекса мероприятий по воспроизводству и уходу



за древостоем. Выполнение рубок ухода, предшествующих финальному мероприятию лесохозяйственного цикла – заготовке древесины, сопровождается получением некоторого объема товарной древесины. При этом необходимо учитывать специфику таких рубок. Прежде всего, это необходимость доставки заготовленной древесины к транспортным путям для складирования при минимальном повреждении лесной среды.

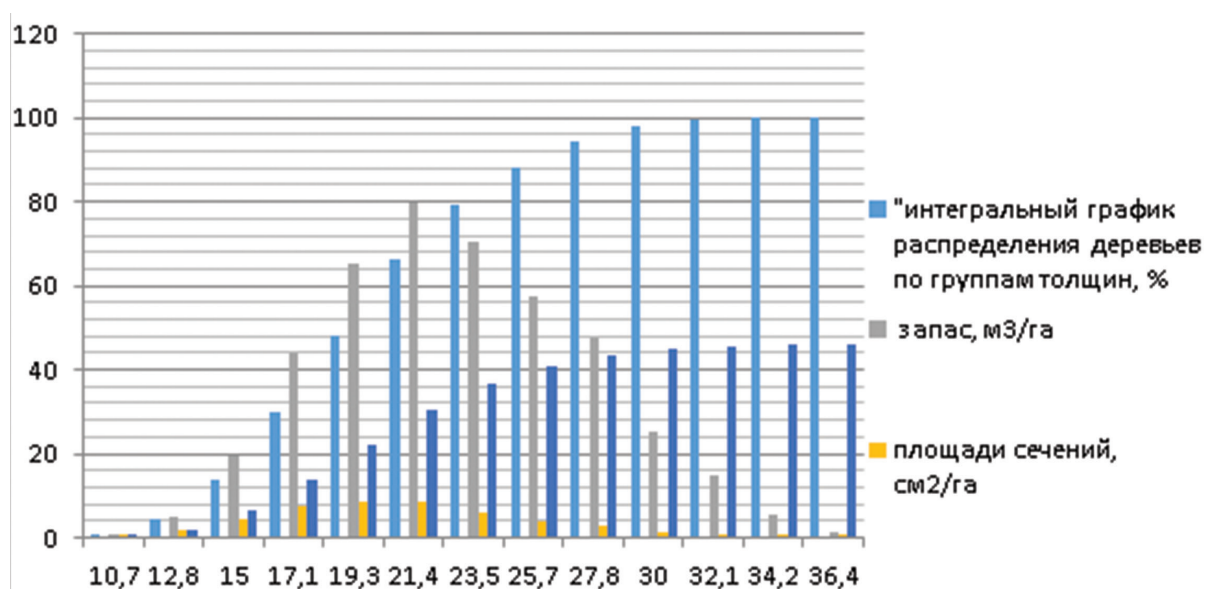
Одним из вариантов решения задачи является переход на широкопосечные технологии с использованием мини-тракторов для подтрелевки древесины к пасечным волокам. Однако при этом необходимо учитывать аспекты технологии и прежде всего длину выпиливаемых сортиментов, которая оказывает существенное влияние на возможность перемещения мини-трактора под пологом формируемого древостоя, выход товарной древесины, а также использования грузоподъемных механизмов для погрузки и разгрузки.

В представленном материале рассмотрены варианты выполнения рубок ухода (прочистка и походные рубки) в нормальных сосняках 1б класса бонитета (таблиц хода роста по В. В. Загребеву (древостой до рубки)) (табл.) [1].

#### Распределение выпиливаемых сортиментов по весовым группам

Весовые группы лесоматериалов	≥ 20 лет			≥ 30 лет			≥ 40 лет			≥ 50 лет			60 лет		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Объемная доля сортиментов с массой до 15 кг	1	1	0	0,42	0,09	0	0,20	0,10	0,03	0,09	0,02	0	0,03	0,01	0
Объемная доля сортиментов с массой до 30 кг	–	–	1	0,58	0,63	0,19	0,38	0,22	0,16	0,19	0,15	0,08	0,15	0,06	0,03
Объемная доля сортиментов с массой 30–50 кг	–	–	–	–	0,28	0,81	0,42	0,32	0,33	0,51	0,16	0,16	0,3	0,09	0,09
Объемная доля сортиментов с массой 50–99 кг	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0,48	0,21	0,67	0,54	0,52	0,69	0,42
Объемная доля сортиментов с массой более 100 кг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	0	0,15	0,46

Анализ выполнен для нормальных сосняков 1б класса бонитета. Рассмотрен вариант ухода по низовому методу с изреживанием до полноты 0,7. В соответствии с распределением деревьев в насаждении по естественным ступеням толщины (по А.В. Тюрину) для 1б класса бонитета в разрезе возраста проведения рубок ухода построены распределение деревьев по естественным толщинным группам, интегральные функции запаса и площади сечений. Для примера приведен график для 40-летнего сосняка (рисунок).



Таксационные характеристики древостоя 40-летнего сосняка в разрезе естественных толщинных групп

Варьирование густоты формируемого древостоя при рубках в различных возрастных группах накладывает ограничения на возможность беспрепятственного перемещения транспортных систем, включающих мини-трактор с прицепным устройством (грузовой платформой), длина которого определяется длиной трелюемых лесоматериалов [2].

Вариативность длин выпиливаемых сортиментов существенно влияет на необходимость применения средств механизации погрузки в соответствии с Правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (утв. Приказом Минтруда России от 17.09.2014 N 642н). Для мужчин постоянные в течении рабочей смены массы перемещаемых лесоматериалов не должны быть более 15 кг, а нормы разового подъема (без перемещения) тяжестей мужчинами не должны превышать 50 кг [3].

Размерные и массовые характеристики сортиментов варьируются в широком диапазоне в зависимости от назначения и размеров вырубаемых деревьев. Минимальная длина выпиливаемых сортиментов ограничивается их назначением [4].

Дополнительным фактором для комплексной оценки условий работы является организационный фактор, предусматривающий в первом варианте раздельное выполнение операции, при которой один рабочий с пилой выполняет валку, обрезку сучьев и раскряжевку, а второй с мини-трактором подтрелевку заготовленной древесины. Во втором варианте один рабочий выполняет весь цикл операций, используя поочередно пилу и мини-трактор [5].

Для анализа вариантов раскряжевки по каждому возрасту рубки в разрезе толщинных групп выполнен расчет числа и объемов получаемых сортиментов на длину 2, 3 или 4 м. Расчеты выполнены с использованием таблицы «Средние объемы отдельных частей стволов, % от объема ствола в коре, для стволов сосны, ели, пихты, лиственницы, березы и осины (по А. Г. Мошкалеву)» [1].

Структура распределения выпиленных сортиментов по весовым группам при разделке заготовленной древесины на сортименты длиной 2, 3 или 4 м при выполнении рубок ухода в различные возрастные периоды позволяет судить о возможности выполнения погрузки вручную или необходимости использования средств механизации (см. табл).

При проведении рубок ухода в 20 и 30-летних сосняках и производством сортиментов длиной 2–4 м использование грузоподъемных механизмов при работе мини-тракторов на подтрелевке не требуется. В 40-летних сосняках при раскряжевке стволов на сортименты длиной 3 м и более работа без грузоподъемных механизмов недопустима, поскольку вес части выпиленных сортиментов превышает 50 кг. При этом целесообразна организационная форма, при которой выполнение всех операций от валки деревьев до подтрелевки сортиментов к пасечным волокам осуществляется одним рабочим.

### ***Список источников***

1. Справочник. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загреев [и др.] ; под. ред. О. А. Кочетовой. М. : Колос, 1992. 495 с.
2. Безгина Ю. Н. Какое шасси нужно машине, работающей под пологом древостоя? / Леса России и хозяйство в них. 2014. № 2 (49). С. 30–32.
3. Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (утв. Приказом Минтруда России от 17.09.2014 N 642н). URL: <https://clck.ru/35bQQg> (дата обращения: 01.06.2023).
4. Прейскурант № 07–03 Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова). Утвержден постановлением Совета Министров СССР от 14.06, 1988 № 741.
5. Герц Э. Ф., Теринов Н. Н. К вопросу об организации рубок с применением бензомоторных пил и мини-тракторов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 2 (368). С. 86–94.

Научная статья  
УДК 630\*381.2

## УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ЛЕСНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ СМЕСИ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА, ГРУНТА И ГИДРОКСИДА КАЛИЯ

**Вадим Витальевич Силецкий**

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия  
lol.spairo@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье представлено исследование по созданию комбинированной смеси на основе нефелинового шлама, грунта и гидроксида калия для укрепления грунтовых материалов. Цель работы заключалась в изучении технических и физико-химических свойств данной смеси. Были проведены испытания на механическую прочность и устойчивость смеси, а также исследовано ее поведение под воздействием воды.

*Ключевые слова:* лесное дорожное строительство, нефелиновый шлам, грунт, гидроксид калия, укрепление грунтов, комбинированная смесь

Scientific article

## STRENGTHENING OF FOREST ROAD SOILS USING A COMBINED MIXTURE OF NEPHELINE SLUDGE, SOIL AND POTASSIUM HYDROXIDE

**Vadim V. Siletskiy**

Saint Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov,  
Saint Petersburg, Russia  
lol.spairo@yandex.ru

*Abstract.* This article presents a study of the creation of a combined mixture based on nepheline sludge, soil and potassium hydroxide to strengthen soil materials. The purpose of the work was to study the technical and physico-chemical properties of this mixture. Tests were carried out on the mechanical strength and stability of the mixture, as well as its behavior under the influence of water was investigated.

*Keywords:* forest road construction, nepheline sludge, soil, potassium hydroxide, soil strengthening, combined mixture

Строительство и развитие лесных дорог является важной составляющей развития сельских территорий и обеспечения доступа к природным ресурсам в лесных регионах [1]. Однако конструкция и поддержание таких дорог в условиях сложных грунтовых условий представляет серьезные трудности. В последние годы многочисленные исследования были посвящены поиску новых материалов и методов, которые могут повысить эффективность и долговечность лесных дорог.

В рамках исследования рассматривается возможность применения нефелинового шлама в смеси с грунтами, укрепленного щелочью, для строительства лесных дорог. Нефелиновый шлам, побочный продукт при производстве алюминиевой и силикатной продукции, представляет собой комплексный материал. Грунты являются одним из основных дорожно-строительных материалов для лесных дорог и обладают незначительными физико-механическими характеристиками.

Целью исследования является оценка технических, физико-механических и экологических свойств такой комбинированной смеси для использования в качестве материала для строительства лесных дорог. Были проведены лабораторные испытания в соответствии с ГОСТ [2] для оценки механической прочности, водостойкости и морозостойкости исследуемой смеси.

Задачи:

- исследование прочностных характеристик смеси нефелинового шлама с грунтами, укрепленного щелочью, для оценки ее пригодности в качестве материала для строительства лесных дорог;
- изучение водостойкости смеси и оценка ее способности сохранять свои свойства и прочность в условиях высокой влажности и повышенной влагонапряженности, которые часто присутствуют в лесных районах;
- исследование морозостойкости смеси на основе нефелинового шлама.

На основе проведенных исследований О. В. Зубовой, В. В. Силецкого и др. [3–4] в области укрепления грунтов с использованием нефелинового шлама и различных катализаторов было запланировано дальнейшее исследование, направленное на создание комбинированной смеси, содержащей нефелиновый шлам, грунт и гидроксид калия.

Предполагается, что добавление гидроксида калия в смесь нефелинового шлама и грунта может улучшить прочностные характеристики материала и способствовать его стабилизации в различных грунтовых условиях. Ожидается, что взаимодействие гидроксида калия с компонентами смеси приведет к образованию кристаллических структур и химических связей, что в свою очередь приведет к увеличению прочности и устойчивости материала.

Исходя из предшествующих исследований О. В. Зубовой, В. В. Силецкого и др. [5], ожидается, что полученные результаты подтвердят эффективность предложенной смеси на основе нефелинового шлама, грунта и гидроксида калия для укрепления грунтовых материалов. Результаты проведенного исследования представлены в табл. 1–3 и на рис. 1–3.

Таблица 1

Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$ , МПа,  
шламогрунтовых образцов укрепленных гидроксидом калия

Дозировка НФШ, %	Дозировка КОН, %			
	2	4	6	8
70	6,9	9,8	11,5	13,3
60	4,5	6,2	8,6	10
50	2,3	4,4	6,5	7,7
40	2,1	3,8	5,7	6,6
30	2,0	3,0	5,0	5,9

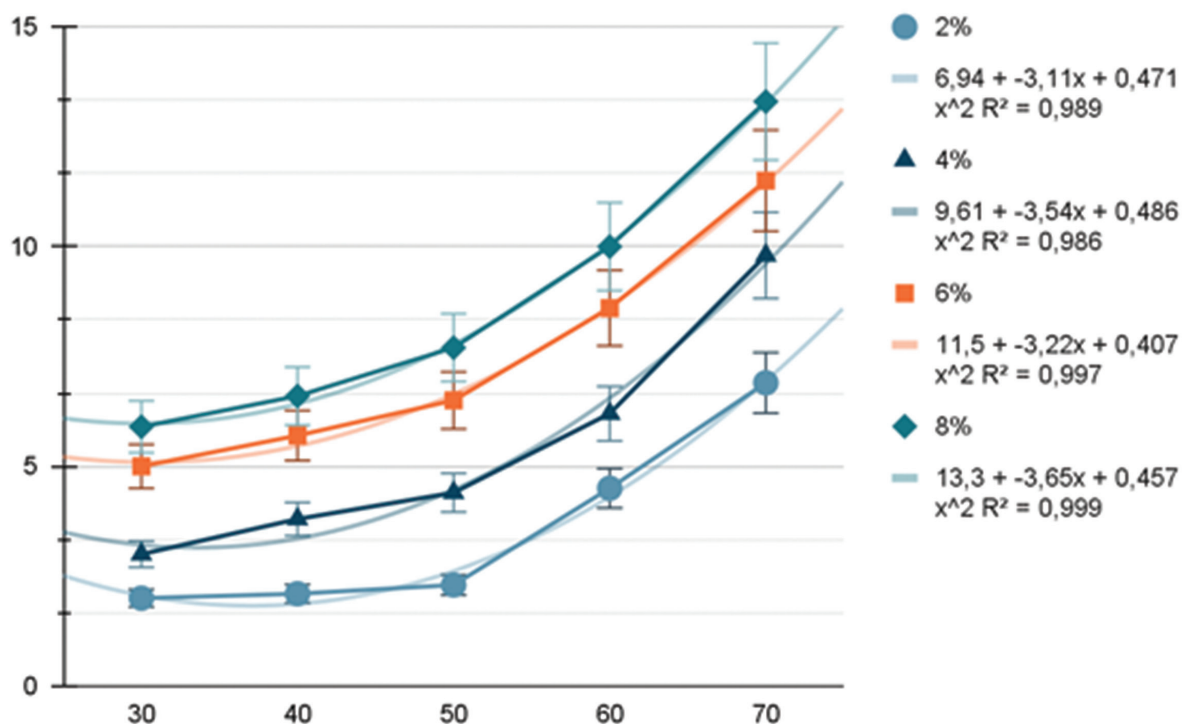


Рис. 1. Зависимость предела прочности  $R_{сж}$ , МПа, от дозировок нефелинового шлама (30–70 %) и гидроксида калия (2–8 %)

Из рис. 1 видно, что предел прочности при сжатии увеличивается при повышении дозировки нефелинового шлама, так же как и при повышении дозировки гидроксида  $K$ , что свидетельствует об образовании прочных кристаллизационных структур в шламогрунтовом материале. Максимальный предел прочности составляет 13,3 МПа, минимальный – 2 МПа, что позволяет использовать материал в конструктивных слоях лесных дорог.

Таблица 2

Коэффициент водостойкости  $K_v$ , ед., шламогрунтовых образцов укрепленных гидроксидом калия

Дозировка НФШ, %	Дозировка КОН, %			
	2	4	6	8
70	0,98	0,99	0,99	1,0
60	0,97	0,98	0,98	1,0
50	0,97	0,97	0,98	1,0
40	0,96	0,96	0,97	1,0
30	0,96	0,96	0,97	1,0

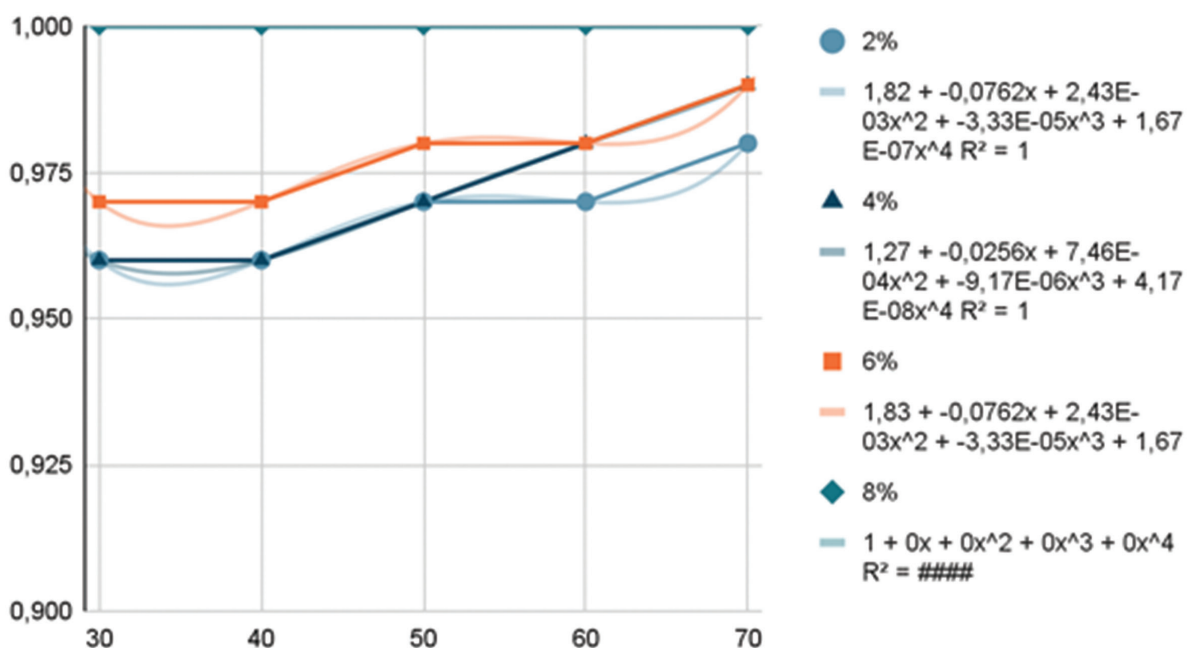


Рис. 2. График зависимости коэффициента водостойкости  $K_v$ , ед., от дозировок нефелинового шлама (30–70 %) и гидроксида калия (2–8 %)

Коэффициент морозостойкости  $K_m$ , ед.,  
шламогрунтовых образцов укрепленных гидроксидом калия

Дозировка НФШ, %	Дозировка КОН, %			
	2	4	6	8
70	0,793	0,82	0,834	0,915
60	0,752	0,779	0,807	0,895
50	0,725	0,766	0,793	0,82
40	0,711	0,738	0,779	0,807
30	0,697	0,711	0,752	0,793

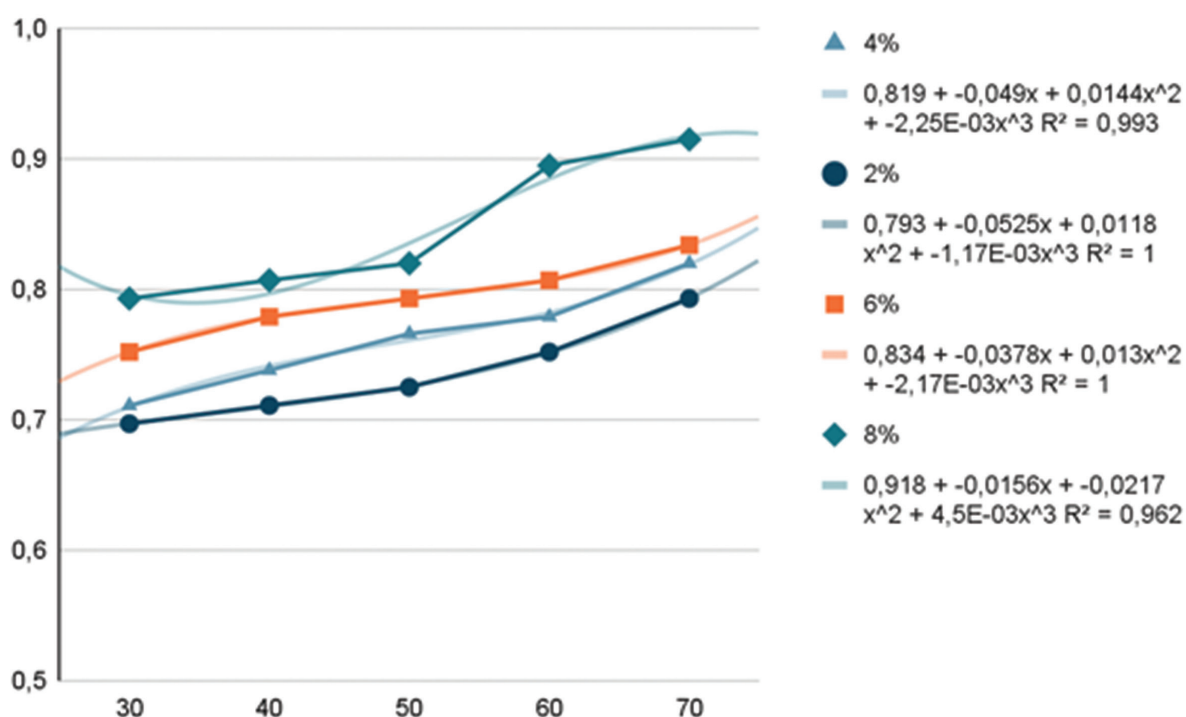


Рис. 3. График зависимости коэффициента морозостойкости  $K_m$ , ед., от дозировок нефелинового шлама (30–70 %) и гидроксида калия (2–8 %)

Из рис. 3 видно, что коэффициент морозостойкости материала частично коррелирует с его прочностью и находится в интервале от 0,79 до 0,90 ед. Как правило, при увеличении прочности материала также наблюдается повышение его морозостойкости, аналогично и при снижении. Однако следует отметить, что взаимосвязь между прочностью и морозостойкостью не является абсолютной и может зависеть от специфических характеристик материала и условий эксплуатации. Также стоит учитывать,



что существуют различные методы и стандарты для оценки и измерения морозостойкости материалов и результаты могут варьироваться в зависимости от выбранного метода и параметров испытаний.

Исследовано использование нефелинового шлама в смеси с щелочью КОН. На основании проведенного анализа и полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Дозировка нефелинового шлама оказывает значительное влияние на механические свойства шламогрунтовых смесей. При увеличении дозировки нефелинового шлама наблюдается повышение прочности и морозостойкости этих смесей. Это объясняется формированием дополнительных связей и укреплением структуры материала, что приводит к повышению его устойчивости к внешним воздействиям.

Введение щелочи КОН в шламогрунт оказывает положительное влияние на механические свойства смесей. Щелочные реакции, происходящие между нефелиновым шламом и щелочами, способствуют образованию прочных связей и улучшению структурных характеристик материала.

При превышении оптимального значения дозировки КОН может наблюдаться обратный эффект, снижающий механические свойства шламогрунтовых смесей. Это может быть связано с избыточным воздействием щелочей, что приводит к разрушению связей и ухудшению структурной устойчивости материала.

Исследования подтверждают перспективность использования нефелинового шлама в смесях с щелочами для укрепления шламогрунтов. Таким образом, использование нефелинового шлама в смеси с щелочью КОН представляет перспективный подход для укрепления шламогрунтов и повышения их механических свойств.

### *Список источников*

1. Суслов А. В., Скупаринов В. П. Истощительный характер лесопользования на арендованном участке ирбитского лесничества // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 30–37. DOI: 10.51318/FRET.2021.56.22.004.

2. ГОСТ 23558–94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

3. Зубова О. В., Силецкий В. В. Исследование процесса структурообразования материала из смеси нефелинового шлама и щебня с добавлением цемента // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 179–186. DOI: 10.21266/2079–4304.2021.235.179–186.

4. Исследования дорож смесей на основе грунтов лесной зоны и нефелинового шлама с добавками минеральных вяжущих / О. В. Зубова, В. В. Силецкий, А. П. Козлов, К. В. Кузнецов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 223. С. 187–200. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.223.187-200.

5. Increase sludge-ground and ash-ground mixtures crystal lattice strength by lowering the pH environment / O. V. Zubareva, V. V. Siletskiy, S. Yu. Kukanov, T. V. Kovalenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. 316 12085. DOI: 10.1088/1755–1315/316/1/012085.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ И МИНИМИЗАЦИИ ПОСЛЕПОЖАРНОГО УЩЕРБА

Геннадий Александрович Годовалов<sup>1</sup>, Сергей Вениаминович Залесов<sup>2</sup>,  
Илья Михайлович Секерин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> godovalovga@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> sekerinim@m.usfeu.ru

**Аннотация.** На основе анализа данных статистической отчетности о фактической горимости лесов и результатов собственных исследований предложены пути совершенствования охраны лесов от пожаров. Отмечается, что повышение эффективности охраны лесов может быть обеспечено только при условии эффективного противопожарного устройства, обучения всех лиц, задействованных в тушении природных пожаров, совершенствования нормативно-правовых документов.

**Ключевые слова:** лесной пожар, противопожарное устройство, противопожарная пропаганда, уборка захламленности

Scientific article

## WAYS TO IMPROVE THE PROTECTION OF FORESTS FROM FIRES AND MINIMIZE POST-FIRE DAMAGE

Gennady A. Godovalov<sup>1</sup>, Sergey V. Zalesov<sup>2</sup>, Ilya M. Sekerin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> godovalovga@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> sekerinim@m.usfeu.ru

**Abstract.** Based on the analysis of statistical reporting data on the actual burning of forests and the results of their own research, ways to improve the protection of forests from fires are proposed. It is noted that an increase in the effectiveness of forest protection can be ensured only if an effective fire-fighting device, training of all persons involved in extinguishing wildfires, improvement of regulatory documents.

**Keywords:** forest fire, fire-fighting device, fire-fighting propaganda, cleaning of clutter

Наблюдающиеся в последние годы изменения климата сопровождаются повышением температуры воздуха, сокращением количества осадков, усилением скорости ветра. Указанное обеспечивает повышение пожарной опасности за счет увеличения продолжительности пожароопасного периода, усиления интенсивности и развития низовых лесных пожаров в верховые и торфяные. Так, если доля торфяных пожаров в лесном фонде Свердловской области до недавнего времени не превышала 1,5–2,0 % от общего количества лесных пожаров, то в 2021 г. она составила 6,7, а в 2022 г. – 9,2 %. Кроме того, если в прежние годы торфяные пожары начинали тлеть в конце августа, то в последние три года новые очаги торфяных пожаров фиксируются в мае.

Для последних лет характерно увеличение доли лесных пожаров, образовавшихся из ландшафтных, то есть пожаров, возникших не на территории лесного фонда, а на землях сельскохозяйственного назначения и других категорий.

Примером повышения пожарной опасности может служить весна 2023 г., когда пожароопасный сезон на Урале начался на две недели раньше, чем обычно. Последнее объясняется малым количеством зимних осадков и необычно теплой погодой в апреле. Снег стаял в марте месяце, что привело к высыханию прошлогодней травы. Ситуация усугубилась недостатком осадков в последние два года. Лето 2022 г. было необычно сухим, то же можно сказать и об осени. В результате недостатка влаги высохла лесная подстилка и верхние слои торфа.

Отсутствие скота в частном подвории и ликвидация колхозов и совхозов привели к тому, что трава вокруг населенных пунктов перестала скашиваться и вытравляться скотом. Последнее создало высокую вероятность весенних ландшафтных пожаров. Бывшие сельскохозяйственные угодья перестали использоваться по прямому назначению и заросли травой и древесно-кустарниковой растительностью, что также способствовало повышению скорости распространения ландшафтных пожаров в случае их возникновения.

Теплая погода, сильные ветра, низкая культура населения в плане соблюдения правил пожарной безопасности привели к массовому возникновению и распространению ландшафтных пожаров. Только в Курганской области сгорело более 500 жилых домов, более тысячи строений, а главное – погибло более 20 человек.

Чрезвычайная ситуация сложилась в конце апреля – начале мая и в Свердловской области. Сложность ликвидации лесных пожаров объясняет и тот факт, что в большинстве сельских поселений практически отсутствует трудоспособное население и пункты сосредоточения пожарного

инвентаря. Оптимизация расходов на борьбу с природными пожарами привела к тому, что пожарные службы стали располагаться только в районных центрах за десятки километров до ряда деревень. В результате даже при своевременном обнаружении лесных пожаров требуется значительный период времени для прибытия служб пожаротушения к месту пожара и начала его тушения.

В настоящее время организацию тушения лесных пожаров на территории лесного фонда осуществляют специализированные подразделения субъектов Российской Федерации. За охрану от природных пожаров объектов экономики отвечает МЧС, а за охрану населенных пунктов – главы администраций или старосты сельских поселений. Если работники специализированных подразделений, в частности авиалесоохраны и МЧС, подготовлены к тушению лесных пожаров, то главы администрации и старосты населенных пунктов являются абсолютно неподготовленными людьми, несмотря на то, что они обязаны осуществлять противопожарное устройство и организацию тушения природных пожаров в населенных пунктах. Чаще всего не подготовлены к тушению лесных пожаров члены добровольных пожарных дружин, а также волонтеры, привлекаемые на тушение. В большинстве населенных пунктов даже отсутствуют пункты сосредоточения пожарного инвентаря. Указанное объясняет крайне низкую эффективность ликвидации загораний с момента их обнаружения до прибытия специализированных служб пожаротушения.

Нередко населенные пункты непосредственно примыкают к землям лесного фонда, и в данном случае создается коллизия, когда главы администраций не могут осуществлять мероприятия по противопожарному устройству вокруг населенных пунктов, за которые они отвечают. Другими словами, возникают сложности в разработке и реализации проектов противопожарного устройства. При этом отсутствие проектов противопожарного устройства исключает возможность финансирования работ по защите населенных пунктов от природных пожаров.

Имеют место и недоработки в нормативно-правовых документах. Так, большинство нормативно-правовых документов не учитывает в полной мере специфику природно-экономических условий конкретного региона. В лесном кодексе отсутствует даже понятие противопожарной пропаганды, что исключает возможность использования субвенций, выделяемых субъектами РФ на охрану лесов от пожаров.

В нормативно-технических документах исчезло такое мероприятие, как уборка захламленности, что, конечно же, не способствует уменьшению напочвенных горючих материалов, а следовательно, и снижению горимости лесов.

Несовершенно распределение территории лесного фонда по классам природной пожарной опасности. Описание ряда участков просто отсутствует в нормативных документах, а следовательно, на картографических материалах имеют место белые пятна, что затрудняет работу при ликвидации лесных пожаров.

В XX в. на территории Урала значительные площади были осушены с целью добычи торфа для использования в качестве топлива или удобрения. При проведении работ не были установлены шлюзы для недопущения переосушения. В результате осушительные системы «работают» на осушение без учета уровня грунтовых вод. В засушливые годы последнее обусловило развитие низовых лесных пожаров на осушенных площадях в торфяные.

Экономические и политические события, прошедшие в 90-х гг. XX в., привели к практически полному прекращению добычи торфа, и осушенные торфяники были заброшены. В результате они стали одним из основных объектов торфяных пожаров. Тушение последних не только требует специальных знаний и значительных трудовых и финансовых затрат, но и усложняется тем, что осушенные торфяники, как правило, не относятся к землям лесного фонда и противопожарно не устроены.

Анализ современного состояния охраны лесов и населенных пунктов от природных пожаров позволяет дать следующие рекомендации по снижению показателей фактической горимости и послепожарного ущерба:

1. Следует усилить работу с населением по вопросам неукоснительного соблюдения правил пожарной безопасности с привлечением на эти цели средств, выделяемых субъектам в виде субвенций на охрану лесов от пожаров.

2. Необходимо обеспечить оперативность обнаружения и тушения лесных пожаров, не допуская перехода низовых лесных пожаров в верховые и почвенные.

3. Для каждого населенного пункта должен быть разработан проект противопожарного устройства, учитывающий специфику его расположения.

4. Лица, привлекаемые на тушение лесных пожаров и отвечающие за охрану населенных пунктов от природных пожаров, должны периодически проходить специальное обучение по программе «Лесной пожарный» или «Руководитель тушения лесного пожара».

5. В населенных пунктах должны быть организованы добровольные пожарные дружины и пункты сосредоточения пожарного инвентаря.

6. Все осушенные торфяники должны быть нанесены на картографические материалы и либо обводнены, либо на магистральных каналах-осушителях должны быть установлены регуляторы уровня осушения.

7. Лица и организации, имеющие площади сельскохозяйственных угодий, граничащие с лесным фондом, должны иметь проекты противопожарного устройства, аналогичные таковым, разрабатываемым для лесопользователей.

8. В случае возникновения пожара на участках бывших сельскохозяйственных угодий, не используемых по прямому назначению, владелец полностью компенсирует службам пожаротушения затраты, связанные с ликвидацией данного пожара и ущерб, нанесенный пожаром лесному фонду.

9. Необходимо выделение целевого финансирования в субъектах РФ на изучение способов оперативного тушения различных видов пожаров, совершенствование противопожарного устройства, разработку противопожарной техники и т. п.

10. Необходимо совершенствовать нормативно-правовые акты с учетом меняющегося климата и экономических условий.

### **Выводы**

1. Система организации охраны лесов от пожаров в РФ далека от совершенства и требует доработки.

2. В доработке и уточнении нуждаются многие нормативно-правовые акты по охране лесов от пожаров.

3. Минимизация горимости лесов и повышение эффективности защиты населения от природных пожаров могут быть обеспечены только при обучении всех лиц, задействованных в организации охраны лесов от пожаров и выполнении противопожарного обустройства территории вокруг населенных пунктов, на арендованных участках лесного фонда.

4. Во всех населенных пунктах должны быть организованы пункты сосредоточения пожарного инвентаря.

Научная статья

УДК 630.43:502.3:504.3.054 (470.5)

## АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лев Евгеньевич Кузнецов<sup>1</sup>, Илья Михайлович Секерин<sup>2</sup>,  
Алексей Александрович Кректунов<sup>3</sup>, Павел Валерьевич Щеплягин<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> lev.kuznecov@mail.ru

<sup>2</sup> sekerinim@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> alexkrec96@mail.ru

<sup>4</sup> pavel.Flear@mail.ru

**Аннотация.** В России 2023 г. объявлен Годом экологии, это особенно актуально, так как в нашей стране площадь природных пожаров за последние 20 лет в среднем составляет 8,9 млн га в год по данным ИСДМ-Рослесхоз. В 2021 г. вследствие пожаров мы потеряли 18,8 млн га лесного покрова. На основании данных о лесных пожарах на территории Тюменской области в период с 2008 по 2023 гг. произведен анализ данных для установления пройденной огнем площади и причинах возникновения лесных пожаров. Кроме того, проведен анализ объемов выбросов углекислого газа вследствие лесных пожаров. Полученные данные позволяют дать рекомендации для повышения эффективности лесопожарной пропаганды и тем самым снизить количество лесных пожаров по вине местного населения и, как следствие, уменьшить выбросы углекислого газа в атмосферу.

**Ключевые слова:** Тюменская область, лесные пожары, экология, горимость лесов, пройденная огнем площадь

Scientific article

## ANALYSIS OF FOREST FIRES AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT IN THE TYUMEN REGION

Lev E. Kuznetsov<sup>1</sup>, Ilya M. Sekerin<sup>2</sup>, Alexey A. Krekturnov<sup>3</sup>,  
Pavel V. Shcheplyagin<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>3</sup> Ural Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> lev.kuznecov@mail.ru

<sup>2</sup> zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> alexkrec96@mail.ru

<sup>4</sup> pavel.Flear@mail.ru

**Abstract.** In Russia, 2023 has been declared the “Year of Ecology”, this is especially relevant, since in our country the area of wildfires over the past 20 years has averaged

---

© Кузнецов Л. Е., Секерин И. М., Кректунов А. А., Щеплягин П. В., 2023



8,9 million hectares per year according to ISDM-Rosleskhoz. In 2021, due to fires, we lost 18,8 million hectares of forest cover. Based on data on forest fires in the Tyumen region in the period from 2008 to 2023, data analysis was carried out to establish the area covered by fire and the causes of forest fires. In addition, the analysis of carbon dioxide emissions due to forest fires was carried out. The data obtained make it possible to make recommendations to improve the effectiveness of forest fire propaganda and thereby reduce the number of forest fires caused by the local population, and as a result reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere.

**Keywords:** Tyumen region, forest fires, ecology, forest burnability, the area traversed by fire

Лесные пожары представляют собой неконтролируемое горение лесных насаждений, они относятся к стихийным бедствиям, приводящим к значительным экономическим последствиям, разрушению экосистемы, ухудшению экологической обстановки, гибели животных и людей [1, 2].

Одной из важнейших задач современного лесного хозяйства является охрана лесов от пожаров. К сожалению, несмотря на предпринимаемые усилия, показатели фактической горимости лесов не имеют тенденции к снижению [3, 4].

Главная опасность лесных пожаров заключается в том, что при благоприятных для огня условиях (ветер, сухая растительность, высокая температура воздуха и др.) огонь способен распространиться на большие площади в течение небольшого промежутка времени. При этом разные виды лесных пожаров ведут себя по-разному. Их особенности необходимо учитывать в процессе осуществления мероприятий по ликвидации огня в лесном массиве [5, 6].

Причины возникновения лесных пожаров обусловлены природным, техногенным и человеческим факторами. Пожары от сухих гроз являются нередкими случаями в сухую и жаркую погоду, но чаще всего к лесным пожарам приводит человеческая невнимательность, халатность и нарушение правил пожарной безопасности [1, 7].

Лесные пожары, загрязняющие окружающую среду, наносят большой ущерб растительному и животному миру. Из-за пожаров резко ухудшается состояние древостоев и приводит к образованию редины и пустырей. Особенно сильное влияние лесные пожары оказывают в районах распространения неустойчивых экосистем [8, 9].

Экологические последствия от лесных пожаров заключаются в загрязнении атмосферного воздуха углекислым газом и продуктами пиролиза лесных горючих материалов, выгорании кислорода. С лесными пожарами в воздух попадают частицы сажи, состоящие из углерода и продуктов неполного сгорания древесины, даже очень малые концентрации этих вредных веществ являются весьма опасными.

При этом лесные пожары не являются новой и неожиданной проблемой. В Российской Федерации десятилетиями борются с разрушительным огнем, однако ситуация кардинально не меняется. Из-за огромных и, к сожалению, все более частых лесных пожаров мы теряем не только ценные виды растений и животных, но и оставляем свой след в атмосфере, приводящий к изменению климата.

Цель исследования – проанализировать количество и среднюю площадь лесных пожаров на территории Тюменской области с 2008 по 2023 гг., установить основные причины их возникновения, а также оценить влияние выбросов углекислого газа на экологию вследствие лесных пожаров.

Эффективная организация охраны лесов от пожаров может быть обеспечена только при наличии объективных данных о горимости лесов. Анализ горимости позволяет определить районы повышенной опасности, установить основные причины возникновения лесных пожаров и выявить другие показатели для обоснования противопожарных мероприятий и оценки уровня организации охраны лесов от пожаров [5].

Конституцией Российской Федерации закреплено право граждан на благоприятную окружающую среду. Учитывая, что большая часть населения России проживает в городских населенных пунктах, то задача по реализации этого конституционного права возлагается в первую очередь на прилегающие территории, городские леса и леса в пригородных зонах. Эти леса имеют особую экологическую ценность в качестве рекреационной территории, обеспечивающей отдых населения, способствующей снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха. На основании научных исследований установлено, что выбросы углекислого газа (CO<sub>2</sub>) во время пожара в атмосферу составляют до 27,6 т/га.

При сгорании древесины выделяются и другие вредные вещества, такие как угарный газ (CO), сажа, акролеин и ацетальдегид. Выбросы данных веществ значительны и измеряются мегатоннами в год. При этом существует и послепожарная эмиссия углекислого газа на площадях, ранее пройденных лесными пожарами, которая может продолжаться до нескольких десятилетий. Масштаб послепожарной эмиссии учеными оценивается в 20,8 т/га углекислого газа в год.

Анализируя табл. 1, видим, что наименьшее количество пожаров, 83 шт. по итогам года, зафиксировано в 2015 г., при этом наименьшая площадь, пройденная огнем, была в 2016 г. и составила всего 351,21 га, а самое большое количество пожаров, 1810 шт. по итогам года, зафиксировано в 2010 г. Однако в 2021 г. средняя площадь одного пожара была более 282 га, а в целом за год лесные пожары на территории области охватили площадь 193 460,44 га, что в 1,5 раза больше, чем за все остальные вместе взятые годы, начиная с 2008 по 2023 год. В 2023 г., по состоянию на 24 мая,

произошло 104 лесных пожара на площади 21 637,03 га, средняя площадь одного пожара составляет более 208 га. Для сравнения, за весь 2022 г. зафиксировано 214 возгораний на общей площади более 15 958 га. Такие цифры свидетельствуют об увеличении в 2023 г. площади одного пожара почти в три раза по сравнению с 2022 г.

Таким образом, только на территории Тюменской области выбросы углекислого газа от лесных пожаров в 2021 г. составили более 5,3 млн т. Например, Антипинский НПЗ выбрасывает углекислого газа в год 5 736 т, что почти в 1000 раз меньше, чем выбросы от лесных пожаров на территории области за 2021 г., при этом послепожарная эмиссия от лесных пожаров на территории Тюменской области в том же году составила более 4 млн т.

Уже в начале мая 2023 г. южную часть территории Тюменской области окутало запахом гари, густым дымом и смогом от лесных пожаров, что сразу же вызвало опасения за здоровье и даже жизнь горожан.

Анализ данных о лесных пожарах, количестве вредных выбросов CO<sub>2</sub>, а также послепожарных эмиссиях от лесных пожаров на территории Тюменской области с 2008 по 2023 гг. представлен в табл. 1.

*Таблица 1*

Количество, средняя площадь и вредные выбросы от лесных пожаров на территории Тюменской области за период с 2008 по 2023 гг.

Год	Всего с начала года			Выбросы CO <sub>2</sub> , т	Послепожарная эмиссия, т
	Кол-во, пожаров, шт.	Пройденная огнем площадь, га			
		общая	лесная		
2008	1580	19599,57	12,40	540 948	407 671
2009	863	15632	18,11	431 443	325 146
2010	1810	47233,72	26,10	1 303 651	982 461
2011	771	8458,02	10,97	233 441	175 927
2012	680	5592,27	8,22	154 347	116 319
2013	190	630,97	3,32	17 415	13 124
2014	249	4346,77	17,46	119 971	90 413
2015	83	481,61	5,80	13 292	10 017
2016	89	351,21	3,95	9 693	7 305
2017	130	710,59	5,47	19 612	14 780
2018	131	1339,28	10,22	36 964	27 857
2019	120	2491,63	20,76	68 769	51 826
2020	226	1557,91	6,89	42 998	32 405
2021	686	193460,44	282,01	5 339 508	4 023 977
2022	214	15958,44	74,57	440 453	331 936
2023 (на 24.05)	104	21637,03	208,05	597 182	450 050

Причины возникновения лесных пожаров представлены в табл. 2. Анализируя табл. 2, можно сделать вывод о том, что в подавляющем большинстве случаев причиной возникновения пожара является местное население, при этом не происходит снижения количества лесных пожаров, произошедших по этой причине. Такая ситуация свидетельствует о недостаточном внимании со стороны контролирующих органов к профилактике, направленной на работу с гражданами, пребывающими в лесах. Также стоит отметить отсутствие в Лесном кодексе термина «противопожарная пропаганда».

Таблица 2

Причины возникновения лесных пожаров на территории Тюменской области за период с 2008 по 2023 гг.

Год	Количество пожаров по причинам возникновения, шт.								
	л/з	Выжигание травы	Грозы	Местное население	Экспедиции	Граница	С иных категорий	Линейные объекты	Причина не установлена
2008	10	393	11	931	0	0	0	0	235
2009	7	89	13	473	1	5	0	0	281
2010	29	116	24	1083	0	30	0	0	528
2011	6	26	15	421	0	0	8	0	295
2012	3	10	116	24	0	6	68	0	453
2013	0	0	30	28	0	0	7	0	125
2014	1	4	10	145	0	0	73	0	16
2015	0	1	8	65	0	0	8	0	1
2016	0	0	15	66	0	0	7	1	0
2017	2	0	10	96	0	5	12	5	0
2018	0	2	13	77	0	3	27	9	0
2019	0	0	6	73	0	1	38	2	0
2020	0	0	37	167	0	10	7	5	0
2021	2	0	172	435	0	8	56	13	0
2022	1	0	12	148	0	8	39	6	0
2023 (на 24.05)	0	0	0	65	0	5	26	8	0

Совершенствование противопожарной пропаганды, а также совершенствование нормативно-правовых документов по охране лесов от пожаров снизит фактическое количество лесных пожаров и пройденную огнем

площадь, а также минимизирует риски для местного населения, что в свою очередь снизит выбросы вредных веществ в атмосферу.

### *Список источников*

1. Залесов С. В. Лесная пирология : учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТА, 1998. 296 с.

2. Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 147 с.

3. Противопожарное обустройство лесов южной тайги, лесостепи Западной Сибири и Урала / Б. Е. Чижов [и др.] // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 13–23.

4. Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.

5. Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения : учеб. справочник. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 54 с.

6. Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГЛПР «Ертыс Орманы» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 10 (108). С. 55–59.

7. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Платонов Е. Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 10 (116). С. 45–49.

8. Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39–41.

9. Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 205–208.

*Научное издание*

# ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции  
с международным участием,  
посвященной 70-летию Почетного работника  
высшего образования,  
Заслуженного лесоведа России  
Залесова Сергея Вениаминовича

ISBN 978-5-94984-884-5



Редакторы Р. В. Сайгина, В. Д. Билык  
Оператор компьютерной верстки Т. В. Упова

Подписано в печать 05.10.2023. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 23,05. Усл. печ. л. 21,38.

Тираж 500 экз. (1-й завод 50 экз.).

Заказ № 7730

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

620100, г. 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, ул. Гагарина, 35а, оф. 2.

Тел.: 8 (343) 362-91-16.