



Экологический мониторинг ведения хозяйственной деятельности на территории южно-таежного района

Федор Н. Дружинин¹, drujinin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4645-4270>

Владислава В. Аверина¹, ershova.vladislava@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1518-3500>

Ольга И. Григорьева², grigoreva_o@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>

Игорь В. Лыков³, likovigorw@yandex.ru <https://orcid.org/0009-0001-2078-0476>

Игорь В. Григорьев⁴, silver73@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>

Илья С. Должиков⁵, idolzhihov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>

¹ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», ул. Шмидта д. 2, с. Молочное, г. Вологда, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Институтский пер., д. 5, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация

⁴ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», шоссе Сергеляхское, 3 км, д. 3, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация

⁵ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 2-я Красноармейская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Как известно, сохранение биологического разнообразия – это поддержание регулирующих механизмов природы, обеспечивающих бесперебойное функционирование и устойчивое развитие биогеоценозов и биосферы в целом. Лесные экосистемы являются одними из самых высокопроизводительных типов экосистем на планете Земля, и обладают одними из наибольших степеней биологического разнообразия, включающего древесные, кустарниковые, травянистые растения, микроорганизмы, и элементы животного мира. Высокая производительность лесных экосистем во много обуславливается именно богатым биологическим разнообразием элементов живой природы, образующей биогеоценоз. То есть сохранение биологического разнообразия лесной среды является необходимым элементом сохранения лесной среды. Об этом говорит целый ряд нормативных документов, включая Федеральные законы «Об охране окружающей среды» и «О животном мире», Лесной кодекс Российской Федерации и другие нормативно-правовые акты. В настоящей статье рассматривается целесообразность выделения и сохранения ключевых биотопов в вопросе лесохозяйственной деятельности в арендных базах лесозаготовительных предприятий на территории южно-таежного района. Исследования проводились на лесных участках в арендных базах лесозаготовительных предприятий на лесосеках после сплошных рубок с выполненными мерами по сохранению ключевых биотопов и элементов биологического разнообразия. Методические подходы включали 4 последовательно выполняемых этапа: подготовительный, камеральный, полевой и аналитический. В результате проведенных изысканий на основании полученных данных (оценке лесорастительных условий, санитарного и жизненного состояния древостоев) определена целесообразность выделения и сохранения ключевых биотопов и элементов биологического разнообразия в процессе лесосечных работ, что подтверждается достаточно высокой устойчивостью ключевые биотопы на таких участках.

Ключевые слова: использование лесов, заготовка древесины, мониторинговые наблюдения, оценка эффективности, биоразнообразие, ключевые биотопы

Финансирование: часть материалов исследования получена за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Экологический мониторинг ведения хозяйственной деятельности на территории южно-таежного района / Ф. Н. Дружинин, В. В. Аверина, О. И. Григорьева, И. В. Лыков, И. В. Григорьев, И. С. Должиков // Лесотехнический журнал. – 2024. – Т. 14. – № 4 (56). – С. 125-142. – Библиогр.: с. 139-141 (19 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/9>.

Поступила 23.08.2024 *Пересмотрена* 04.11.2024 *Принята* 01.12.2024 *Опубликована онлайн* 27.12.2024

Article

Ecological monitoring of economic activity in the South Taiga region

Fedor N. Druzhinin¹, druzhinin@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0003-4645-4270>

Vladislava V. Averina¹, ershova.vladislava@yandex.ru,  <https://orcid.org/0000-0003-1518-3500>

Olga I. Grigoreva², grigoreva_o@list.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>

Igor V. Lykov³,  likovigorw@yandex.ru  <https://orcid.org/0009-0001-2078-0476>

Igor V. Grigorev⁴, silver73@inbox.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>

Ilya S. Dolzhikov⁵, idolzhikov@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>

¹*Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Schmidt str., 2, Molochnoye village, Vologda, Russian Federation*

²*Saint Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, 5 Institutsky Lane, Saint Petersburg, Russian Federation*

³*Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 8 Timiryazeva str., Voronezh, Russian Federation*

⁴*Arctic State Agrotechnological University, Russia, Sergelyakhskoe highway, 3 km, d 3, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation*

⁵*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4, Saint Petersburg, Russian Federation*

Abstract

As is known, the conservation of biological diversity is the maintenance of the regulatory mechanisms of nature that ensure the smooth functioning and sustainable development of biogeocenoses and the biosphere as a whole. Forest ecosystems are among the most productive types of ecosystems on planet Earth, and possess some of the greatest degrees of biological diversity, including woody, shrubby, herbaceous plants, microorganisms, and elements of the animal world. The high productivity of forest ecosystems is largely due to the rich biological diversity of the elements of wildlife forming the biogeocenosis. That is, the conservation of the biological diversity of the forest environment is a necessary element of the conservation of the forest environment. This is evidenced by a number of regulatory documents, including the Federal Laws "On Environmental Protection" and "On Wildlife", the Forest Code of the Russian Federation and other regulatory legal acts. This article examines the expediency of allocating and preserving key biotopes in the issue of forestry activities in the rental bases of logging enterprises in the South Taiga region. The research was carried out on forest plots in the rental bases of logging enterprises in logging areas after continuous logging with measures taken to preserve

key biotopes and elements of biological diversity. The methodological approaches included 4 consecutive stages: preparatory, desk, field and analytical. As a result of the conducted surveys, based on the data obtained (assessment of forest growing conditions, sanitary and living condition of the stand), the expediency of isolating and preserving key biotopes and elements of biological diversity in the process of logging operations was determined, which is confirmed by the sufficiently high stability of key biotopes in such areas.

Keywords: *forest use, timber harvesting, monitoring observations, efficiency assessment, biodiversity, key biotopes*

Funding: some of the research materials were obtained through a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Acknowledgments: authors thank the reviewers for their contribution to the peer review.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Druzhinin F. N., Averina V. V., Grigoreva O. I., Lykov I. V., Grigorev I. V., Dolzhikov I. S. (2024) Ecological monitoring of economic activity in the South Taiga region. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 14, No. 4(56), pp. 125-142 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/9>.

Received 23.08.2024. Revised 04.11.2024. Accepted 01.12.2024. Published online 27.12.2024.

Введение

Оценка уровня антропогенного воздействия на биологическое разнообразие является одним из ключевых аспектов современного природопользования и базовым принципом устойчивого развития лесного комплекса. Этот процесс представляет собой неотъемлемую часть научного анализа и стратегического планирования, что особенно важно в условиях возрастающего давления на природные экосистемы со стороны человека. При проектировании лесозаготовительных операций, разработке лесохозяйственных мероприятий или размещении различного рода объектов на территориях лесного фонда неизбежно необходимо оценивать текущее состояние биологического разнообразия, потенциальные риски и последствия, к которым могут привести вмешательства в экосистемы. Даже если речь идёт не об особо охраняемых природных территориях, крайне важно точно определять виды растений и животных, принадлежащих к категории редких, исчезающих или находящихся под охраной, а также выделять ключевые местообитания, чья консервация особенно значима. Это имеет особую актуальность, если местообитания таких видов находятся в зоне промышленного освоения леса.

На всех этапах хозяйственной деятельности, начиная от разработки проектной документации и

заканчивая выполнением лесозаготовительных работ, необходимо предусматривать меры по выявлению и сохранению участков леса, представляющих особую ценность. Это относится к биотопам, в которых обитают виды, занесённые в Красные книги, списки регионально охраняемого биоразнообразия или имеющие ключевое значение для устойчивости экосистемы в целом. Пропуск этапа экологической оценки или игнорирование полученных результатов способно привести к необратимым последствиям, включая деградацию природных ландшафтов.

Следует подчеркнуть, что хозяйственная деятельность неизбежно оказывает разной степени влияние на окружающую среду, в том числе на флору и фауну. Лесозаготовительные и лесохозяйственные работы при небрежном подходе, например, при несоблюдении экологических и лесоводственных требований, сопровождающиеся нарушением установленных нормативных параметров добычи и транспортировки древесины, способны вызвать снижение устойчивости экосистем. Это включает разрушение естественных местообитаний, ухудшение состояния почв, изменение видового состава растительности и разрушение биологических связей между компонентами экосистемы. Разрушение полога леса, нарушенные пути миграции животных, упрощение

структуры растительных сообществ – всё это основные примеры негативного воздействия, которые могут нанести значительный ущерб биоразнообразию.

Особенно важно учитывать, что леса представляют собой сложные и многогранные биогеоценозы, восстановление которых может занимать десятилетия, а иногда и столетия. Вмешательство в такие системы требует предельно взвешенного подхода и применения современных методов экологической оценки, включая мониторинг, моделирование воздействия и разработку компенсирующих мер. Сохранение экологического баланса возможно только при рациональном подходе, который учитывает взаимосвязь всех элементов лесной экосистемы, включая виды, участвующие в её формировании, процессы круговорота веществ, взаимодействие почвы, растительности и животных.

Таким образом, грамотное управление лесным фондом требует баланса между экономической выгодой от эксплуатации ресурсов и необходимостью сохранения природного богатства для последующих поколений. Внедрение передовых технологий, соблюдение строгих экологических норм и проведение постоянного контроля за биологическим разнообразием на этапах хозяйственной деятельности позволяют минимизировать риски деградации природных ресурсов. Именно устойчивое и ответственное использование лесных участков является основой для долгосрочной сохранности экосистем и биологического разнообразия, которые являются ключевыми элементами экологической устойчивости планеты [1-3].

Промышленная заготовка и транспортировка древесины, а также лесные пожары - основные источники негативного воздействия на лесные биогеоценозы [4-8]. В последнее время антропогенная трансформация лесных экосистем, освоенных эксплуатационных лесов, включая таежную зону, усугубляется из-за нарастающих объемов рубок [9]. Как результат - увеличение площадей с неудовлетворительным лесовосстановлением и фрагментация лесных насаждений, в том числе малонарушенных (климаксовых). При этом структура и состав лесных биогеоценозов меняется в течении достаточно длительного времени, проходя через смену пород. Мор-

фология формирующихся лесных насаждений связана с комплексом воздействующих на них антропогенных факторов [10-13]. На кратковременную трансформацию изменения флоры, формирующуюся на вырубках, оказывает влияние морфометрическая структура насаждений до выполнения лесосечных работ.

Лесная экосистема – один из самых высоких уровней биоразнообразия, что связано с видовым составом флоры и фауны, вариантами пространственной и возрастной структуры, различиями в условиях местопроизрастания.

В настоящее время апробируются различные способы сохранения биологического разнообразия при рубках лесных насаждений, с учетом требований действующих нормативно-правовых актов, но эффективность этих способов до сих пор комплексно не оценивалась.

Цель данной работы- обосновать целесообразность выявления и сохранения ключевых мест обитания ценных и исчезающих видов в процессе ведения хозяйственной деятельности лесозаготовительных предприятий на территории южно-таежного района.

Материалы и методы

В рамках организации мониторинговых наблюдений, оценки сохранения биологического разнообразия и выявления устойчивости лесных экосистем после проведения рубок лесных насаждений с оставлением ключевых биотопов, были изучены сведения государственного лесного реестра, лесной план и лесохозяйственные регламенты, технико-технологическая документация (ведомости перечёта, абриса, лесные декларации, технологические карты разработки лесосек), методическая литература и нормативно-правовые акты: Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 г. № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах», Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах», Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 01.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». Обследованию

подлежали участки в арендной базе предприятий под воздействием лесопромышленной деятельности (заготовка спелой и перестойной древесины) и без нее.

Пробные площади закладывались на лесных участках после различных рубок лесных насаждений с сохранёнными элементами биологического разнообразия. В качестве контроля были заложены пробные площади на лесных участках незатронутых лесохозяйственной деятельностью, находящихся в этих же выделах.

Обустройство мест мониторинговых наблюдений производилось, согласно требованиям, ОСТ 56–69–83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» и методических указаний В.Н. Сукачева и С.В. Зонна. Временные пробные площади (шириной 10 м) провешивались, а в начале и конце ленты устанавливались столбы.

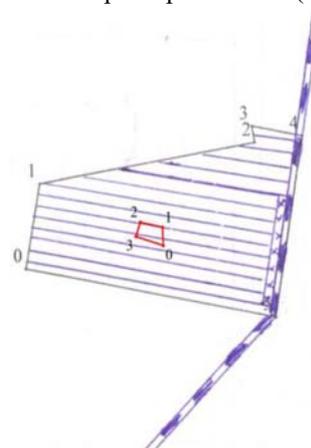
Мониторинговые наблюдения выполнялись на стационарных объектах, расположенных в Солигаличском районе Костромской области (рис. 1):

- объект № 1. Расположен в Березовском участковом лесничестве, квартале № 7, выделах 25, 26, 27. Заготовка древесины производилась в 2016 г. Для участка характерно наличие старых, крупных и сухостойных деревьев, высоких пней; валежника на разной стадии его разложения. Захламленность низкая, в подлеске встречаются жимолость лесная, крушина ломкая, рябина. Подрост ели представлен групповым размещением. Жизненное состояние – однородное. Сомкнутость древесного полога – 0,8–0,9, I ярус – осина и береза, II ярус – подпологовая ель, ольха. В выделенном лесном участке встречаются окна вывола из лиственных пород. На стационарном объекте зафиксированные следующие ценные виды: лобария легочная (*Lobaria pulmonaria*), неккера перистая (*Neckera pennata* Hedw.), уснея бородачатая (*Usnea barbata* (L.) F. H. Wigg.);

- объект № 2. Расположен в Коровновском участковом лесничестве, квартале № 91, выделах 2, 3, 4. Рубка произведена в 2017 г. Объект представляет собой хвойные заболоченные участки леса в понижениях; окраины болот и болота с редким лесом. Захламленность – низкая, участок обильно зарастает различными видами ив. Жизненное состояние – однородное. Сомкнутость – менее 0,3. В выделенном

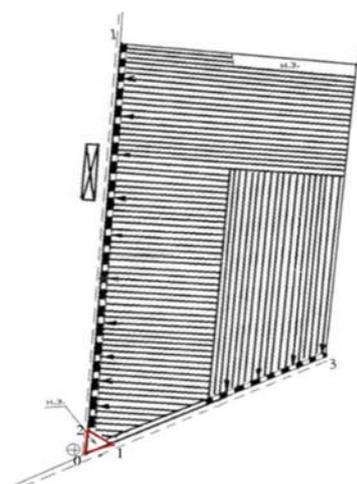
участке зафиксирована высокая повреждаемость сосны и ивы лесом.

Лесоводственно-таксационные паспорта стационарных объектов исследования до выполнения лесосечных работ, согласно данным государственного лесного реестра, характеризовались следующими ключевыми характеристиками (табл. 1).



ПП №1. Координаты / Trial Area № 1. Coordinates
широта N59°20.3080' / latitude N59°20.3080'
долгота E42°48.7807' / longitude E42°48.7807'

Условные обозначения / Symbols:
— границы пробной площади / boundaries of the trial area



ПП №2. Координаты/ Trial Area №2/Coordinates:
широта N58°57.7310' / latitude N58°57.7310'
долгота E42°37.4627' / longitude E42°37.4627'

Условные обозначения/ Symbols:
— - границы пробной площади/ boundaries of the trial area

Рисунок 1. Схемы размещения пунктов постоянных мониторинговых наблюдений
Figure 1. Layout of permanent monitoring observation points

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Это вторичные смешанные лиственные древостой с участием березы в составе древостоя от 4 и осины - от 5 единиц. Насаждения высокобонитетные, зеленомошной группы типов леса – Ечер (свежие и влажные) Производительность древостоя находилась в диапазоне от 150 до 260 м³/га.

Результаты

В ходе обследования выявлены редкие (липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.)) и включенные в Красные книги субъекта (лобария легочная (*Lobaria pulmonaria*), неккера перистая (*Neckera pennata* Hedw.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.)) виды.

Видовой состав подлесочных пород, живого напочвенного покрова не отличался разнообразием. Среди подлесочных древесных и кустарниковых растений встречаются: *Sorbus aucuparia* L., *Padus avium* Mill., *Ribes rubrum* L., *Ribes nigrum* L., *Frangula alnus* Mill и другие.

Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый яруса также не отличаются большим видовым разнообразием. Причиной тому стало то, что исследуемые участки имели достаточно высокую полноту и неблагоприятный водный режим (пункт постоянного наблюдения № 2). При этом на всей обследуемой территории отмечены обилие и высокая встречаемость светолюбивых видов растений. Локально зафиксированы места разрастания гидрофильных растений. Осоки (*Carex*), сфагновые мхи (*Sphagnum*), моршанция (*Marchantia polymorpha*), калужница (*Calhta palustris*), которые занимали доминирующее положение в микропонижениях.

В составе живого напочвенного покрова зафиксировано более 25 видов травянистых и кустарниковых растений, а также мхов и лишайников. При этом около половины из них – злаковые растения, не характерные для рассматриваемых лесорастительных условий.

В ходе выполненных изысканий на постоянных пробных площадях, где ранее произрастали малонарушенные еловые, производные елово-лиственные насаждения отмечено уменьшение площади проективного покрытия видов, являющейся доминантными спутниками для данных условий местопроизрастания. Среди таких травянистых и кустарниковых растений: кислица (*Oxalis acetosella* L.),

черника (*Vaccinium myrtillus* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), щитовник остистый (*Dryopteris spinulosa* (O.F. Mull.) Kuntze), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), а мхов и лишайников - плеврозиум Шребери (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.), гилокомиум (*Hylocomium proliferum* (Brid.) Lindb.), дикранум (*Dicranum undulatum* Schrad. ex Brid.), климаций древовидный (*Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr). Данный факт говорит о том, что ценотическая роль типичных теневыносливых (таежных) видов снижается, а их место занимают светолюбивые растения.

Среди доминантных растений следует выделить злаковые травянистые растения вейники: наземный, лесной, ланцетолистный, зеленые, гипновые и сфагновые мхи. Они встречаются на всей площади по объектам исследования и занимают значительную площадь. Остальные виды в живом напочвенном покрове представлены фрагментарно по площади.

Типичными представителями эпигейного мохового яруса в лесах зеленомошных формаций выступают: *Dicranum polysetum* Sw., *Dicranum scoparium* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.), *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.). На поваленных стволах деревьев и пнях разрастаются и доминируют *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske., *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J.Kop

В хвойно-мелколиственных лесах, формирующихся на водораздельных пространствах, в составе напочвенных мхов появляются атрих волнистый (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv), политрих обыкновенный (*Polytrichum commune* Hedw.) и брахитециум перистый (*Brachythecium plumosum* (Hedw.)). Более влажные участки почвы заселяют ризомниум точечный (*Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J.Kop.), аулокомниум болотный (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwagr.), климаций древовидный (*Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr), сфагнум Гиргеноза (*Sphagnum girgensohnii* Russow) и сфагнум оттопыренный (*Sphagnum squarrosum* Crome).

Кроме зеленых мхов в роли доминантов могут выступать печеночники из 4 семейств, но они занимают другую экологическую нишу. Доминантом этих экотопов чаще всего выступает птилидиум красивейший (*Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain.), иногда сплошь покрывая тонкие нижние веточки деревьев хвойных (часто) и лиственных (реже) пород. На стволах осины довольно часто отмечается радула сплюснутая (*Radula complanata* (L.) Dumort.) в качестве конкурента зеленым мхам. Коноцефал конический (*Conocephalum conicum* (L.) Dumort.) и маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha* L.) приурочены к эпигейным местообитаниям – обнажениям почвы по сырым берегам малых лесных рек – и выступают в роли доминантов и содоминантов напочвенного покрова, а барбилофозия бородачатая (*Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske) и плагиохила большая (*Plagiochila porelloides* (Tort. ex Nees) Lindenb.) обычно идут как примесь к зеленым мхам, формируя среди мохового яруса еловых и смешанных лесов небольшие куртинки.

Вырубки разных лет являются доминирующими в фонде лесовосстановления. Известно, что основным методом восстановления леса в таежной зоне является естественный [17-19]. При хозяйственной оценке успешности естественного возобновления нами учитывались: высота, возраст и жизненное состояние подростка, количество и равномерность его размещения по площади (табл. 2). Численность молодого поколения леса сильно варьировала по объектам исследования, что связано с давностью рубок. По составу на всех объектах исследования подрост неоднороден.

Подрост лиственных и хвойных пород также неравномерно распределен и по площади лесных участков. При этом хвойных древесных пород доля в составе возобновления не превышает 5 единиц. На всех стационарных объектах, в доминирующем большинстве, распространены жизнеспособные особи. По высотной градации подрост представлен крупными экземплярами (до 4,0 м). Отметим, что лесообразовательный процесс, ещё не завершён.

Установление категорий санитарного состояния деревьев в ключевых биотопах выполнялось в соответствии с упомянутыми выше нормативно-

правовыми актами. Они определялись по следующим диагностическим признакам: густоте кроны, степени повреждения ассимиляционного аппарата и коры деревьев, наличию мертвых сучьев и насекомых (табл. 3).

Камеральная обработка результатов выполненных лесоучётных работ, показала, что насаждения в ключевых биотопах, оцениваются средними категориями санитарной оценки. Большинство деревьев относится к ослабленной и сильно ослабленной категориями. При этом насаждения обладают высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных климатических факторов. Доля ветровальных и буреломных деревьев на обследуемых объектах не превышала 5% от запаса.

Доля сохранных деревьев I-III категорий санитарной оценки находилась в пределах от 22% до 94% (в том числе ели – от 31%, березы – от 67%, осины – от 63%). Ольха серая и ива древовидная оценены как наиболее ослабленные. Средняя категория санитарной оценки составляет от II,29 до III,45 и характеризует насаждения по стационарным объектам как сильно ослабленные.

В ходе комплексной оценки санитарного состояния устанавливались виды и причины повреждений. Чаще всего были зафиксированы механические повреждения, вызванные природными факторами, а также в результате антропогенного воздействия. Всего выявлено 18 видов повреждений (табл. 4).

Наименьшие повреждения в ключевых биотопах выявлены у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth) и ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.). Они занимают господствующее и согосподствующее положение в пологе сохранных ключевых биотопов, что отразилось на их сохранности и высоком жизненном состоянии.

Из всех пород наиболее подвержена различного рода воздействиям осина, ольха и ива. В составе древостоя присутствуют экземпляры с однобокой кроной, многовершинные и суховершинные, с морозобойными трещинами и другими повреждениями. Доля таких растений достаточно велика (более 5%). Также на всех участках нами зафиксированы

сухостойные деревья и отработанные дятлом – остолопы (рис. 2).

На основании проведённого анализа структуры лесного фонда, входящего в арендную базу предприятия, а также результатов полевых исследований, выполненных в рамках первого этапа мониторинговых наблюдений, было установлено, что в подавляющем большинстве случаев хозяйственное освоение затрагивает вторичные лесные насаждения. Эти насаждения представлены главным образом лиственными и смешанными лиственно-хвойными породами, которые формируют современные участки лесного фонда.

Вторичные леса обычно возникают на территориях, подвергавшихся интенсивным антропогенным воздействиям в прошлом, что включает в себя прошлые рубки, сельскохозяйственное использование земли или другие формы переработки экосистем. Такие насаждения отличаются относительно молодой возрастной структурой, а также изменённым соотношением лесобразующих пород, где древесные виды, более стойкие к антропогенному воздействию или быстророслые, приобретают большую долю. Смешанные лиственно-хвойные леса обладают более высокой продуктивностью и биологической устойчивостью, поэтому они часто становятся объектом хозяйственного освоения.

Важной особенностью выступает тот факт, что именно вторичные леса, как правило, быстрее включаются в программу хозяйственной эксплуатации. Это связано с их большей доступностью, высокой степенью восстановления и сравнительно меньшей экологической ценностью (по сравнению с коренными таёжными сообществами) ввиду их преобразованной структуры. Доминирование в этих лесах лиственных пород, таких как берёза, осина и ольха, обусловлено их способностью быстро восстанавливаться после различных нарушений, что делает их привлекательными для лесозаготовительной деятельности. В составе смешанных насаждений хвойные компоненты, например ель или сосна, играют важную роль, придавая экосистемам определённый запас устойчивости, особенно в изменённых климатических условиях.

Результаты анализа лесного фонда также подтверждают, что хозяйственная деятельность предприятия на данный момент не оказывает значительного воздействия на коренные лесные массивы, которые требуют повышенной степени охраны и представляют собой важнейшие элементы сохранения природного биоразнообразия. При этом вовлечение вторичных и лиственно-хвойных лесов в процесс заготовки древесины создаёт баланс между экономической необходимостью и экологической ответственностью. Данная стратегия позволяет поэтапно эксплуатировать лесные территории без значительных потерь для природной среды и сохранения её ключевых экологических функций.

Применительно к первому этапу мониторинговых исследований важно отметить, что вторичные леса, поступающие в хозяйственное использование, характеризуются достаточным уровнем устойчивости для восстановления после рубок. Это связано с высоким потенциалом естественного возобновления лиственных пород и способностью смешанных лесов к саморегуляции. Тем не менее, такое освоение требует обязательного соблюдения принципов рационального природопользования и внедрения мероприятий, направленных на восстановление исходных природных функций насаждений, чтобы минимизировать антропогенное воздействие и обеспечить долгосрочную продуктивность лесного фонда.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в текущей практике предприятие в большей степени ориентируется на постепенное освоение лесного фонда, включающего вторичные и лиственно-хвойные насаждения, что позволяет учитывать как экономические, так и экологические интересы. Дальнейший мониторинг состояния освоенных участков, а также их восстановительных процессов станет важной задачей для того, чтобы обеспечить устойчивость местных экосистем, способствуя сохранению общего уровня биологического разнообразия в регионе.

На основании вышеизложенного назначение сплошных форм рубок в этих насаждениях с выделением и сохранением ключевых биотопов экономически и экологически оправдано и обосновано, что подтверждается как нормативно-правовыми ак-

тами, так и утвержденными в установленном порядке проектной документацией.

В ходе проведенных полевых исследований удалось установить, что ключевые биотопы, сформированные с различным участием лесообразующих пород в их составе, сохраняют высокую устойчивость даже при проведении рубок спелых и перестойных насаждений. Данная устойчивость выражается, прежде всего, в отсутствии признаков массовой деструкции экосистем: значительных распадов древостоя, массовых вывалов деревьев или существенного повреждения естественного напочвенного покрова на исследуемых участках не зафиксировано. Это свидетельствует о том, что предпринятые меры по выделению и сохранению элементов биологического разнообразия демонстрируют свою эффективность даже в условиях активного антропогенного воздействия.

Анализ состояния ключевых биотопов в динамике показал, что природные механизмы саморегуляции участков леса продолжают работать, несмотря на вмешательство человека. Устойчивость этих экосистем можно рассматривать как показатель оптимального выбора хозяйственного подхода к их освоению. Лесные сообщества, даже с изменением возрастной структуры насаждений и долевого соотношения древесных пород, сохранили свои ключевые экологические функции и способность к восстановлению. В частности, сохранение подлеска и напочвенного покрова, а также травяно-моховой растительности, обеспечивающей защиту почвы от эрозии, говорит о том, что экосистема адаптируется к новым условиям, не теряя своей целостности.

Отсутствие массового распада древостоя и значительных нарушений в лесных экосистемах также является индикатором того, что рубки преимущественно спелых и перестойных насаждений в существующих объемах не оказывают критично разрушительного воздействия. Это позволяет делать предварительные позитивные выводы о результативности предпринятых природоохранных мер в сочетании с хозяйственной эксплуатацией. Осознанный и рациональный подход к проведению лесозаготовительных и лесохозяйственных работ, с обязательным учётом сохранения ключевых компонентов

биоразнообразия, наилучшим образом демонстрирует перспективы достижения баланса между экономическими интересами и экологической устойчивостью.

Ещё одним важным аспектом является то, что устойчивость ключевых биотопов может быть связана с их видовым разнообразием и структурной сложностью. Переплетение различных пород деревьев, их многовозрастные структуры, а также наличие "островков" сохраняемого полога способствуют созданию условий для того, чтобы экосистемы могли противостоять внешним негативным воздействиям. В таких условиях поддерживается оптимальный уровень влажности, минимизируется вымывание почвы, сохраняются местообитания обитателей леса, включая редкие и исчезающие виды, а также продолжают нормальные процессы лесовосстановления.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют сделать предварительные выводы о том, что принимаемые меры по сохранению отдельных экологически важных компонентов, включая ключевые биотопы, обеспечивают должный уровень их устойчивости и минимизируют нарушения природных процессов. Подобная практика должна быть продолжена и дополнена регулярным экологическим мониторингом, чтобы своевременно реагировать на возможные изменения в состоянии экосистем. Таким образом, перспективы взаимодействия природопользования и охраны биологического разнообразия на участках хозяйственной деятельности выглядят обнадеживающими. Также важно отметить, что с точки зрения лесозаготовительного производства оставление ключевых биотопов в формате неэксплуатационных площадей при проведении лесосечных работ выгодно и лесозаготовительным предприятиям. Это связано с тем, что зачастую ключевые биотопы представляют собой переувлажненные понижения, на которых работа техники, особенно трелевочной, затруднена, связана с большими нагрузками на трансмиссию, повышенным расходом топлива, снижением производительности. Товарность древесины, заготовленной в таких местах достаточно низкая, что в совокупности делает ее заготовку нерентабельной. Перестойные деревья, и деревья с биологическими повреждениями

также на дают товарно-ценную древесину, в результате их заготовка и транспортировка приносят только убытки. Поэтому сохранение ключевых биотопов на лесосеках не входит в противоречие с экономическими интересами лесозаготовительных предприятий.



Рисунок 2. Оработанный дятлами остолоп

Figure 2. The mutt worked by woodpeckers

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

В общей структуре лесного фонда, при рассмотрении количественных и качественных показателей, преобладают леса II и III классов бонитета. Среди лесообразующих пород, наиболее распространены среднеполнотные березняки и осинники (0,77-0,81), которые менее интенсивно вовлекались в хозяйственное освоение в предшествующие периоды. В целом лесной фонд арендованных участков не отличается большим разнообразием, однороден как по составу, так и лесорастительным условиям. При этом следует отметить высокую долю участия лиственных пород в составах древостоя. В связи с этим формы воздействия на эти леса должны быть направлены на формирование более ценных хвойных древостоев.

Количественные и качественные характеристики мониторинговых наблюдений

Table 1

Quantitative and qualitative characteristics of monitoring observations

№ пробной площади Trial area No.	Породный состав Tree species composition	Элемент леса Forest element	Средние Medium		Количество, экз./га Quantity, units/ha	Полнота Completeness		Запас, м ³ /га Reserve, m ³ /ha	Бонитет Bonitet
			диаметр, см diameter, cm	высота, м height, m		м ² /га m ² /ha	Относительная Relative		
1	4Б2Ол _c 1Ос3Е, ед. Ив		24,5	25,8	1291	29,42	0,86	312	Ia
		Б	24,5	25,8	240	11,34	0,34	140	
		Ол _c	22,9	20,0	18	4,95	0,14	48	
		Ос	29,3	27,3	33	2,25	0,05	28	
		Е	11,8	18,5	993	10,81	0,33	96	
2	5С5Б+Е, ед. Ос		8,3	8,0	1332	5,68	0,30	27	V
		С	8,3	8,0	569	3,11	0,15	14	
		Б	6,4	10,0	675	2,21	0,12	12	
		Е	7,5	5,0	75	0,34	0,03	1	
		Ос	4,4	6,0	13	0,02	-	-	

Источник: собственные вычисления авторов

Source: authors' calculations

Примечание: породы имеют следующие наименования и расшифровки: Е – ель европейская/ Norway spruce (*Picea abies*); Б – береза повислая/ drooping birch (*Betula pendula Roth*); С – сосна обыкновенная/ Scotch pine (*Pinus sylvestris L.*); Ив – ива древовидная/ willow tree (*Salix babylonica*); Ол_c – ольха серая/ speckled alder (*Alnus incana*); Ос – осина/ trembling poplar (*Populus tremula*)

Таблица 2

Лесоводственная оценка естественного лесообразовательного процесса на стационарных объектах

Table 2

Forestry assessment of the natural forest formation process at stationary facilities

№ пробной площади Trial area No.	Порода Breed	Количественные и качественные показатели, % Quantitative and qualitative indicators, %												Всего, экз. Total, copies.
		Мелкий Small				Средний Average				Крупный Large				
		П Р	Н N	С D	итого	П Р	Н N	С D	итого	П Р	Н N	С D	итого	
1	Е	-	-	-	-	-	50	-	50	-	50	-	50	10
	Б	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	10
Итого		-	-	-	-	50	25	-	75	-	25	-	25	20
2	Е	20	-	-	20	-	80	-	80	-	-	-	-	13
	Б	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	100	76
	С	18	-	-	18	14	4	8	26	25	4	27	56	16
	Ив	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	100	6
Итого		17	-	-	17	12	11	7	30	25	4	24	53	111

Источник: собственные вычисления авторов

Source: authors' calculations

Примечание: породы имеют следующие наименования и расшифровки: Е – ель европейская/ Norway spruce (*Picea abies*); Б – береза повислая/ drooping birch (*Betula pendula Roth*); С – сосна обыкновенная/ Scotch pine

Природопользование

(*Pinus sylvestris L.*); Ив – ива древовидная/ willow tree (*Salix babylonica*); Олс – ольха серая/ speckled alder (*Alnus incana*); Ос – осина/ trembling poplar (*Populus tremula*),

II - перспективный (жизнеспособный)

Н - нежизнеспособный

С – сухой

P - promising (viable)

N - non-viable

D - dry

Таблица 3

Оценка санитарного состояния деревьев в сохранных ключевых биотопах

Table 3

Assessment of the sanitary condition of trees in preserved key biotopes

Элемент леса The forest element	Распределение деревьев по классам санитарной оценки, % Distribution of trees by sanitary assessment classes, %							Средний класс санитарной оценки The middle class of the sanitary assessment
	I	II	III	IV	V	VI	VIa	
Объект № 1 Object No. 1								
	11	40	29	12	1	7	-	II,74
Б	13	62	19	5	-	1	-	II,18
Олс	-	10	12	33	-	45	-	IV,48
Ос	-	-	63	32	5	-	-	III,42
Е	14	35	36	10	3	2	-	II,60
Ив	-	-	-	-	-	100	-	VI,00
Объект № 2 Object No. 2								
	20	25	12	13	5	25	-	III,33
С	27	25	4	5	4	35	-	III,39
Б	8	22	37	20	8	5	-	III,18
Е	-	12	19	46	8	15	-	III,95
Ос	-	10	-	-	-	-	-	II,00

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Примечание: породы имеют следующие наименования и расшифровки: Е – ель европейская/ Norway spruce (*Picea abies*); Б – береза повислая/ drooping birch (*Betula pendula Roth*); С – сосна обыкновенная/ Scotch pine (*Pinus sylvestris L.*); Ив – ива древовидная/ willow tree (*Salix babylonica*); Олс – ольха серая/ speckled alder (*Alnus incana*); Ос – осина/ trembling poplar (*Populus tremula*)

Повреждаемость деревьев в ключевых биотопах

Table 4

Damage to trees in key biotopes

пробной площади Trial area No.	Порода Breed	Доля растений без признаков повреждения, % The proportion of plants without signs of damage, %	Распределение деревьев по видам повреждений, % Distribution of trees by type of damage, %															Доля поврежденных экземпляров, % The proportion of damaged instances, %				
			однобокие крошечные шишечки one-sided tiny cones	защипанные damaged	механические повреждения mechanical damage	искусственные artificial	облом вершины broken top	охлест ohle	раковые образования cancerous formations	табачные сучья tobacco twigs	морозобоины frost-breaks	многочерешчатые multi-branch	отработано worked out	наличие плодовых тел presence of fruit bodies	наличие поврежденных кроны presence of damaged crown	Сухоплодность Dryness	Сухоплодность Dryness		наличие presence			
1	Е	66	4	9	7	3	5	5	3												34	
	Б	56				5				5	3	25	3	3								44
	Ос	20								80												80
	Олс	22		6		6					11		44		6	5						78
	Ив	-													100							100
2	С	99					0,5		0,5													1
	Б	93				2						4			1							7
	Е	100																				-
	Ос	100																				-

Источник: собственные вычисления авторов
Source: authors' calculations

Примечание: породы имеют следующие наименования и расшифровки: Е – ель европейская/ Norway spruce (*Picea abies*); Б – береза повислая/ drooping birch (*Betula pendula Roth*); С – сосна обыкновенная/ Scotch pine (*Pinus sylvestris L.*); Ив – ива древовидная/ willow tree (*Salix babylonica*); Олс – ольха серая/ speckled alder (*Alnus incana*); Ос – осина/ trembling poplar (*Populus tremula*)

Обсуждение

Важным компонентом лесопользования является принцип учета возможных последствий. Планирование и ведение хозяйственной деятельности должны проводиться на основе существующих

научных знаний. Сведение коренных лесов, изменение их породного и возрастного состава, разреживание лесных насаждений оказывают глубокое воздействие на компоненты лесного биогеоценоза.

В ходе лесоводственно-экологической оценки условий местопроизрастания, состояния и

устойчивости древостоев в ключевых биотопах, установления биологического разнообразия, подтверждено, что сохраняемые при проведении рубок лесных насаждений объекты характеризуются высокой устойчивостью. Целесообразность выявления и сохранения таких территорий при проведении рубок леса, подтвердилась наличием на этих площадях видов, включенных в Красную книгу региона исследования. Антропогенные виды, такие как осина, береза, ива не имеют достаточно высокого распространения. Редкие и занесенные в Красную книгу виды являются жизнеспособными. Виды, имеющие охранный статус, встречаются и на сопредельных к участкам территориях. В связи с этим лесопромышленная деятельность предприятия не наносит необратимого ущерба.

Также анализ позволил выявить таксономические группы, играющие наибольшую роль в сложении лишенофлоры. За основной показатель при анализе была взята только видовая насыщенность родов и семейств. Пятью ведущими по видовой насыщенности семействами в лишенофлоре ЛЗ являются: кладониевые, фисциевые, пармелиевые, усневые, лецидеевые. По числу родов лидируют семейства пармелиевые, лецидеевые, усневые, фисциевые и калициевые.

Заключение

Проведённое исследование состава и структуры биологического разнообразия на изучаемой территории позволило сделать вывод, что видовое и систематическое разнообразие находится на среднем уровне. Данная территория не выделяется уникальными характеристиками с точки зрения биоценозов, поэтому её научная ценность не вызывает особенного интереса. Природные сообщества здесь представляют собой типичные экосистемы, не имеющие существенных особенностей, и не требуют введения особых режимов охраны. Во время проведения натурных обследований лесосек были зафиксированы редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Однако их обнаружение не ограничивалось центральными биотопами исследуемой территории: эти виды также встречались на соседних участках лесов, что указывает на их достаточно широкое распространение.

В ходе исследования также было проведено детальное изучение состояния обычных видов растительности, включая те, которые активно участвуют в формировании напочвенного покрова и эпифитной растительности (обитающей на поверхности других растений). Полученные данные свидетельствуют о важных особенностях растительных сообществ в коренных еловых лесах, производных елово-лиственных и чисто лиственных насаждениях, развивающихся на плодородных или среднебогатых почвах. Доминантные представители травяно-кустарничковой и моховой растительности, характерные для тенистых условий под пологом леса, значительно ослабили свои позиции: площадь их проективного покрытия сократилась. На смену теневыносливым видам, традиционно доминирующим в таёжных лесах, пришли светолюбивые растения, что указывает на изменение экологических условий на обследуемых участках. Уменьшение роли типичных лесных видов связано, в первую очередь, с разрушением полога леса.

Анализ воздействия лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности предприятия показал, что её влияние на состав и структуру растительного и животного мира минимально. Флора и фауна на исследованных участках демонстрируют устойчивость к данным видам антропогенной нагрузки. С высокой долей вероятности можно предположить, что процесс естественного лесовосстановления на лесных участках, переданных в аренду лесозаготовительному предприятию, будет продолжаться привычным образом, без заметных нарушений. Внедрение антропогенных видов не выявило значимого конкурентного воздействия на естественные экосистемы, что даёт основания утверждать, что текущие производственные процессы не являются критическим фактором для местного биоразнообразия.

Таким образом, проведение специальных мер по сохранению исследуемых территорий в рамках лесопользования в данном случае не представляется необходимым. В то же время, важным остаётся регулярный мониторинг состояния биоразнообразия и динамики растительного покрова с целью своевременного выявления возможных изменений в экосистемах.

Список литературы

1. Rodrigues A.S.L., Cazalis V. The multifaceted challenge of evaluating protected area effectiveness. *Nat Commun* 11, 5147 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18989-2>.
2. Li G., Fang C., Watson J.E.M. et al. Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. *Nat Commun* 15, 8389 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52693-9>.
3. Liu Q., Tang X., Hang T. et al. Exploring the performance of protected areas in alleviating future human pressure. *Ambio* 53, 1323–1335 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02023-6>.
4. Никитина Е.И., Куницкая О.А., Николаева Ф.В. Проект организации лесозаготовок в условиях алданского лесничества с применением многооперационных лесозаготовительных комплексов // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике: Сборник научных статей по матер. Всерос. студенческой науч.-практ. конференции с междунар. участием в рамках «Северного форума – 2020» (29–30 сентября 2020 г., Якутск) и Международной научной онлайн летней школы – 2020 (6–20 июля 2020 г., Якутск). 2020. С. 138-148.
5. Куницкая О.А., Никитина Е.И., Николаева Ф.В. Особенности лесозаготовки в Республике Саха Якутия // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития: Сборник матер. Всерос. науч.-практ. конференции с междунар. участием, посвященной 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий. Якутск, 2021. С. 308-313.
6. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V., Kunitskya O., Chernykh A., Roschina S. Mechanical and microstructural changes in post-fire raw wood. *Architecture and Engineering*. 2022; 7 (3): 44-52.
7. Рудов С.Е., Куницкая О.А. Теоретические исследования экологической совместимости колесных лесных машин и мерзлотных почвогрунтов лесов криолитозоны // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 323-326.
8. Krivoshapkina O., Yakovleva A., Zakharova A., Pavlova A., Eroshenko V., Gogoleva P., Tikhonov E., Kunickaya O. Environmental safety of residents of Yakutsk and Zhatay: evidence from sociological research. *Journal of Environmental Studies and Sciences*. 2022; 12 (3): 566-576.
9. Куницкая О.А., Никитина Е.И. Экологические аспекты выборочных рубок леса // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации: сборник статей III Междунар. науч.-техн. конференции "Минские научные чтения-2020": в 3 т. Минск, 2021. С. 286-291.
10. Славский В.А., Наконечная Т.С., Титов Е.В., Говедар З. Изучение биоразнообразия и оценка состояния лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) в Воронежской области // Лесотехнический журнал. 2022; 12 (3(47)): С. 51-61.
11. Наливайченко А.А., Скрипников П.Н., Горбов С.Н., Матецкая А.Ю. Изучение биоразнообразия некоторых лесопарковых фитоценозов ростовской агломерации // Лесотехнический журнал. 2022; 12 (4 (48)): 169-184.
12. Попова В.Т., Попова А.А., Кондратьева А.К., Цепляев А.Н., Климчик Г.Я., Бельчина О.Г. Динамика напочвенного покрова в биотопах сосновых лесов при фрагментации, вызванной пожарами, в условиях лесостепной зоны // Лесотехнический журнал. 2023; 13 (1 (49)): 37-53.
13. Gerts E.F., Kunitskaya O.A., Runova E.M., Tikhonov E.A., Timokhov R.S., Mikhaylenko E., Chemshikova Ju., Perfiliev P.N. Forest preservation techniques in the Urals // *International Journal of Environmental Studies*. 2023; 80 (4):1055-1064.
14. Ryabukhin P.B., Kunitskaya O.A., Burgonutdinov A.M., Makuev V.A., Sivtseva T.V., Zadrauskaite N.O., Gerts E.F., Markov O.B. Improving the efficiency of forest companies by optimizing the key indicators of sustainable forest management: a case study of the Far East. *Forest Science and Technology*. 2022; 18 (4): 190-200.

15. Гринько О.И., Григорьева О.И., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И. Естественное лесовосстановление лиственницы после низовых пожаров // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Матер. XVII Междунар. науч.-техн. Конференции ; отв. ред. Ю.М. Авдеев. 2019. С. 26-29.
16. Григорьева О.И., Гринько О.И., Григорьев И.В., Калита Е.Г., Тихонов Е.А. Прогнозная модель послепожарного лесовосстановления в Иркутской области // Лесотехнический журнал. 2023; 13. 1 (49): 85-98.
17. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Григорьев И.В. Экспериментальные исследования производительности форвардера с учетом его эксплуатационных характеристик, параметров лесосеки, и физико-механических свойств почвогрунта // Resources and Technology. 2021; 18 (1): 94-124.
18. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Калита О.Н. Влияние переменных коэффициентов сопротивления движению и сцепления на производительность форвардера // Деревообрабатывающая промышленность. 2021; 1: 3-16.
19. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунева Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021; 3 (381): 101-116.

References

1. Rodrigues A.S.L., Cazalis V. The multifaceted challenge of evaluating protected area effectiveness. *Nat Commun* 11, 5147 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18989-2>.
2. Li G., Fang C., Watson J.E.M. et al. Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. *Nat Commun* 15, 8389 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52693-9>.
3. Liu Q., Tang X., Hang T. et al. Exploring the performance of protected areas in alleviating future human pressure. *Ambio* 53, 1323–1335 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02023-6>.
4. Nikitina E.I., Kunitskaya O.A., Nikolaeva F.V. Project of logging organisation in the conditions of Aldan forestry with the use of multi-operational logging complexes // Modern problems and achievements of agrarian science in the Arctic. Collection of scientific articles on the materials of the All-Russian student scientific and practical conference with international participation in the framework of the 'Northern Forum - 2020' (29-30 September 2020, Yakutsk) and the International Scientific Online Summer School - 2020 (6-20 July 2020, Yakutsk). 2020. pp. 138-148. (in Rus.)
5. Kunitskaya O.A., Nikitina E.I., Nikolaeva F.V. Features of logging in the Republic of Sakha Yakutia // Land resources management, land management, cadastre, geodesy and cartography. Problems and prospects of development. Collection of materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 255th anniversary of Land Management of Yakutia and the Year of Science and Technology. Yakutsk, 2021. pp. 308-313. (in Rus.)
6. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V., Kunitskaya O., Chernykh A., Roschina S. Mechanical and microstructural changes in post-fire raw wood. *Architecture and Engineering*. 2022; 7(3): 44-52.
7. Rudov S.E., Kunitskaya O.A. Theoretical studies of ecological compatibility of wheeled forest machines and permafrost soil of cryolithozone forests // Transport and transport-technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Editor-in-Chief N.S. Zakharov. 2020. С. 323-326. (in Rus.)
8. Krivoshepkina O., Yakovleva A., Zakharova A., Pavlova A., Eroshenko V., Gogoleva P., Tikhonov E., Kunitskaya O. Environmental safety of residents of Yakutsk and Zhatay: evidence from sociological research. *Journal of Environmental Studies and Sciences*. 2022; 12 (3): 566-576. (in Rus.)
9. Kunitskaya O.A., Nikitina E.I. Ekologicheskie aspekty vyborochnykh rubok lesa // Ekologo-ekonomicheskie i tekhnologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya Respubliki Belarus' i Rossiyskoy Federatsii. sbornik statey III Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Minskie nauchnye chteniya-2020": v 3 tomakh. Minsk, 2021. S. 286-291. (in Rus.)

10. Slavskiy V.A., Nakonechnaya T.S., Titov E.V., Govedar Z. Izuchenie bioraznoobraziya i otsenka sostoyaniya leshchiny obyknovennoy (*corylus avellana* L.) v Voronezhskoy oblasti [Study of biodiversity and assessment of the state of common hazel (*corylus avellana* L.) in Voronezh region]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*= Forestry Engineering journal. 2022; 12 (3 (47)): S. 51-61. (in Rus.)
11. Nalivaychenko A.A., Skripnikov P.N., Gorbov S.N., Matetskaya A.Yu. Izuchenie bioraznoobraziya nekotorykh lesoparkovykh fitotsenozov rostovskoy aglomeratsii [Study of biodiversity of some forest-park phytocenoses of Rostov agglomeratio]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*= Forestry Engineering journal. 2022; 12 (4 (48)): 169-184. (in Rus.)
12. Popova V.T., Popova A.A., Kondrat'eva A.K., Tseplyaev A.N., Klimchik G.Ya., Bel'china O.G. Dinamika napochvennogo pokrova v biotopakh sosnovykh lesov pri fragmentatsii, vyzvannoy pozharemi, v usloviyakh lesostepnoy zony [Dynamics of ground cover in pine forest biotopes under fire-induced fragmentation in the forest-steppe zone]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* = Forestry Engineering journal. 2023; 13 (1 (49)): 37-53. (in Rus.)
13. Gerts E.F., Kunitskaya O.A., Runova E.M., Tikhonov E.A., Timokhov R.S., Mikhaylenko E., Chemshikova Ju., Perfiliev P.N. Forest preservation techniques in the Urals. *International Journal of Environmental Studies*. 2023; 80 (4):1055-1064.
14. Ryabukhin P.B., Kunitskaya O.A., Burgonutdinov A.M., Makuev V.A., Sivtseva T.V., Zadrauskaite N.O., Gerts E.F., Markov O.B. Improving the efficiency of forest companies by optimizing the key indicators of sustainable forest management: a case study of the Far East. *Forest Science and Technology*. 2022; 18 (4): 190-200.
15. Grin'ko O.I., Grigor'eva O.I., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I. Estestvennoe lesovosstanovlenie listvennitsy posle nizovykh pozharov // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa. *Materialy XVII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Otvetstvennyy redaktor Yu.M. Avdeev*. 2019. S. 26-29.
16. Grigor'eva O.I., Grin'ko O.I., Grigor'ev I.V., Kalita E.G., Tikhonov E.A. Prognoznaya model' poslepozarnogo lesovosstanovleniya v Irkutskoy oblasti [orecast model of post-fire reforestation in the Irkutsk region]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*= Forestry Engineering journal. 2023; 13. 1 (49): 85-98. (in Rus.)
17. Burmistrova O.N., Prosuzhikh A.A., Rudov S.E., Kunitskaya O.A., Grigor'ev I.V. Eksperimental'nye issledovaniya proizvoditel'nosti forvardera s uchetom ego ekspluatatsionnykh kharakteristik, parametrov lesoseki, i fiziko-mekhanicheskikh svoystv pochvogrunta [Experimental studies of the forwarder productivity taking into account its operational characteristics, harvesting area parameters, and physical and mechanical properties of soil]. *Resources and Technology*. 2021; 18 (1): 94-124. (in Rus.)
18. Burmistrova O.N., Prosuzhikh A.A., Khitrov E.G., Rudov S.E., Kunitskaya O.A., Kalita O.N. Vliyanie peremennykh koeffitsientov soprotivleniya dvizheniyu i stsepleniya na proizvoditel'nost' forvardera [Influence of variable coefficients of resistance to movement and traction on the forwarder productivity] *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'*= Woodworking Industry. 2021; 1: 3-16. (in Rus.)
19. Burmistrova O.N., Prosuzhikh A.A., Khitrov E.G., Kunitskaya O.A., Luneva E.N. Teoreticheskie issledovaniya proizvoditel'nosti forvarderov pri ogranicheniyakh vozdeystviya na pochvogrunty [Theoretical studies of the forwarder productivity under the limitations of the impact on the soil]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* = Bulletin of Higher Educational Institutions. Russian Forestry Journal. 2021; 3 (381): 101-116. (in Rus.)

Сведения об авторах

Дружинин Федор Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой Лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», ул. Шмидта д. 2, с. Молочное, г. Вологда, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4645-4270>, e-mail: drujinin@mail.ru.

Аверина Владислава Владимировна – аспирант ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», ул. Шмидта д. 2, с. Молочное, г. Вологда, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-3500>, e-mail: ershova.vladislava@yandex.ru.

Григорьева Ольга Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры Лесоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Институтский пер., д. 5, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, e-mail: grigoreva_o@list.ru.

✉ *Лыков Игорь Викторович* – аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2078-0476>, e-mail: likovigorw@yandex.ru.

Григорьев Игорь Владиславович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология и оборудование лесного комплекса» ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», шоссе Сергеляхское, 3 км, д. 3, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, e-mail: silver73@inbox.ru.

Должигов Илья Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры Безопасности производств ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 2-я Красноармейская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>, e-mail: idolzhikov@mail.ru.

Information about the authors

Fedor N. Druzhinin – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Forestry Department of the Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Schmidt str., 2, Molochnoye village, Vologda, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4645-4270>, e-mail: drujinin@mail.ru.

Vladislava V. Averina – postgraduate student of the Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Petrozavodsk, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-3500>, e-mail: ershova.vladislava@yandex.ru.

Olga I. Grigoreva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forestry, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, 5 Institutsky Lane, St. Petersburg, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, e-mail: grigoreva_o@list.ru.

✉ *Igor V. Lykov* – postgraduate student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8 Timiryazeva str., Voronezh, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2078-0476>, e-mail: likovigorw@yandex.ru.

Igor V. Grigorev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology and Equipment of the Forest Complex, Arctic State Agrotechnological University, Sergelyakhskoe highway, 3 km, d. 3, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, e-mail: silver73@inbox.ru.

Ilya S. Dolzhikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Safety, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4, Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>, e-mail: idolzhikov@mail.ru.

✉ – Для контактов/Corresponding author