

УДК 630*160.2

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-3-133-142

EDN: UMUCXX

Потери лесного покрова в Республике Бурятия: причины и перспективы

М. А. Новикова^{✉1}, Р. М. Бобровская², М. Р. Вагизов^{1,3}, С. В. Навалихин¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова
194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

²ООО «Авто Миракл Рус»

121471, Россия, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Очаково-Матвеевское, ул. Рябиновая, 55, стр. 3

³Российский государственный гидрометеорологический университет

192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79

Аннотация. В мировом сообществе растет понимание необходимости сохранения и восстановления лесных массивов. На долю России приходится пятая часть всего мирового лесного фонда. Цель исследования – обзор информации по лесовосстановлению в Республике Бурятия, а также анализ и интерпретация полученных данных на основе различных материалов и выработка научно обоснованных решений по улучшению ситуации. В качестве объекта исследования выбран один из регионов России – Республика Бурятия. Леса в Бурятии занимают практически 83 % и являются основной лесосырьевой базой для удовлетворения потребности в древесине. Но сейчас запасы истощаются, особенно спелой древесины, кроме прибрежной защитной зоны озера Байкал. В качестве методов исследования использовались дешифрирование, анализ материалов ДЗЗ, использовались открытые Web-картографические сервисы и данные. На территории Республики Бурятия наибольшее количество пожаров происходит по вине человека.

Ключевые слова: Республика Бурятия, лесовосстановление, вырубка, дистанционное зондирование Земли, лесные экосистемы, защита растений

Поступила 01.04.2025, одобрена после рецензирования 28.04.2025, принята к публикации 07.05.2025

Для цитирования. Новикова М. А., Бобровская Р. М., Вагизов М. Р., Навалихин С. В. Потери лесного покрова в Республике Бурятия: причины и перспективы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 3. С. 133–142. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-3-133-142

Original article

Reforestation processes in the Republic of Buryatia: trends and prospects

M.A. Novikova^{✉1}, R.M. Bobrovskaya², M.R. Vagizov^{1,3}, S.V. Navalikhin¹

¹St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov
194021, Russia, St. Petersburg, 5 Institutsky lane

²Avto Miracle Rus LLC

121471, Russia, Moscow, int. ter. of the city Ochakovo-Matveevskoye municipal district, 55, build. 3 Ryabinovaya street

³Russian State Hydrometeorological University

192007, Russia, St. Petersburg, 79 Voronezhskaya street

Abstract. There is a growing awareness in the global community of the need to conserve and restore forests. Russia accounts for one-fifth of the world's total forest fund. Thus, the purpose of the study is to review information on reforestation in the Republic of Buryatia, as well as to analyze and interpret the data obtained. One of the regions of Russia, the Republic of Buryatia, was chosen as the object of research. Forests in Buryatia occupy almost 83% and are the main raw material base for meeting the demand for timber. But now the timber stocks are being depleted, especially of mature timber, except for the coastal protection zone of Lake Baikal. The research methods used were remote sensing imagery interpretation and analysis, Web Map Service (WMS) and Global Forest data Watch, Global Forest Change, Google Earth Pro. The largest number of fires in Buryatia are caused by human fault.

Keywords: Republic of Buryatia, reforestation, logging, Earth remote sensing, forest ecosystems, forest protection

Submitted 01.04.2025,

approved after reviewing 28.04.2025,

accepted for publication 07.05.2025

For citation. Novikova M.A., Bobrovskaya R.M., Vagizov M.R., Navalikhin S.V. Reforestation processes in the Republic of Buryatia: trends and prospects. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 3. Pp. 133–142. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-3-133-142

ВВЕДЕНИЕ

В мировом сообществе растёт понимание необходимости сохранения и восстановления лесных массивов. Сейчас в России превалирует экстенсивный путь управления лесными ресурсами или «сырьевой», когда лес расценивается как невосполнимый ресурс, а предприятия проходят все большие расстояния в поисках хороших лесных участков [1]. На долю России приходится пятая часть всего мирового лесного фонда.

Лидером среди субъектов России по лесовосстановлению в 2023 году стала Иркутская область, где показатель лесовосстановления составил порядка 10 тыс. га. Вторую строчку занял Красноярский край, где были созданы лесные культуры на площади 10,7 тыс. га, тройку лидеров замкнула Тверская область – работы провели на 10 тыс. га. В десятку также вошли Вологодская и Ленинградская области, Карелия, Башкирия, Хабаровский край, Свердловская область и Удмуртия [2]. В Республике Бурятия объём лесокультурных работ составил 4,1 тыс. га¹.

В качестве объекта исследования выбран один из регионов России – Республика Бурятия. Республика Бурятия – это лесной регион, где леса занимают практически 83 % и являются основной лесосырьевой базой для удовлетворения потребности в древесине (87 % лесозаготовок). Но сейчас запасы истощаются, особенно спелой древесины, кроме прибрежной защитной зоны озера Байкал².

Общая площадь земель лесного фонда Республики Бурятия, по данным государственного лесного реестра на 01.01.2021 года, составляет 27045,3 тыс. га, или 72 % от всего земельного фонда республики³. Леса Бурятии уникальны своим разнообразием: хвойные породы составляют 75,5 %, кустарники – 15,8 %, мягколиственные породы – 8,7 % [3]. Площадь лесных экосистем занимает 29192,6 тыс. га, что составляет 83 % от всей ее территории. Общий запас древесины составляет 2243,8 млн м³. В северных районах (Баун-

¹<https://egov-buryatia.ru/ralh/>

²Лесное хозяйство Бурятии // Образовательный портал «Справочник». Дата последнего обновления статьи: 18.04.2024. URL: https://spravochnick.ru/ekonomika/lesnoe_hozyaystvo_kak_otrasl_ekonomiki/lesnoe_hozyaystvo_buryatii/ (Дата обращения: 09.03.2025).

³Лесохозяйственный регламент прибайкальского лесничества. URL: <https://docs.cntd.ru/document/446687427> (Дата обращения 06.03.2025)

товский, Еравнинский, Муйский и Северо-Байкальский) на земли лесного фонда приходится до 90 % территории⁴.

Особенно остро в последние годы и в связи с климатическими изменениями возникает вопрос защиты растений от лесных пожаров и создания эффективной системы предупреждения и мониторинга ликвидации лесных пожаров.

По данным министерства, за 10 лет в России 60 % лесов погибло от пожаров, особенно остро проблема лесных пожаров стоит в Иркутской и Амурской областях, Забайкальском, Красноярском, Приморском и Хабаровском краях, Бурятии, Якутии и Тыве⁵.

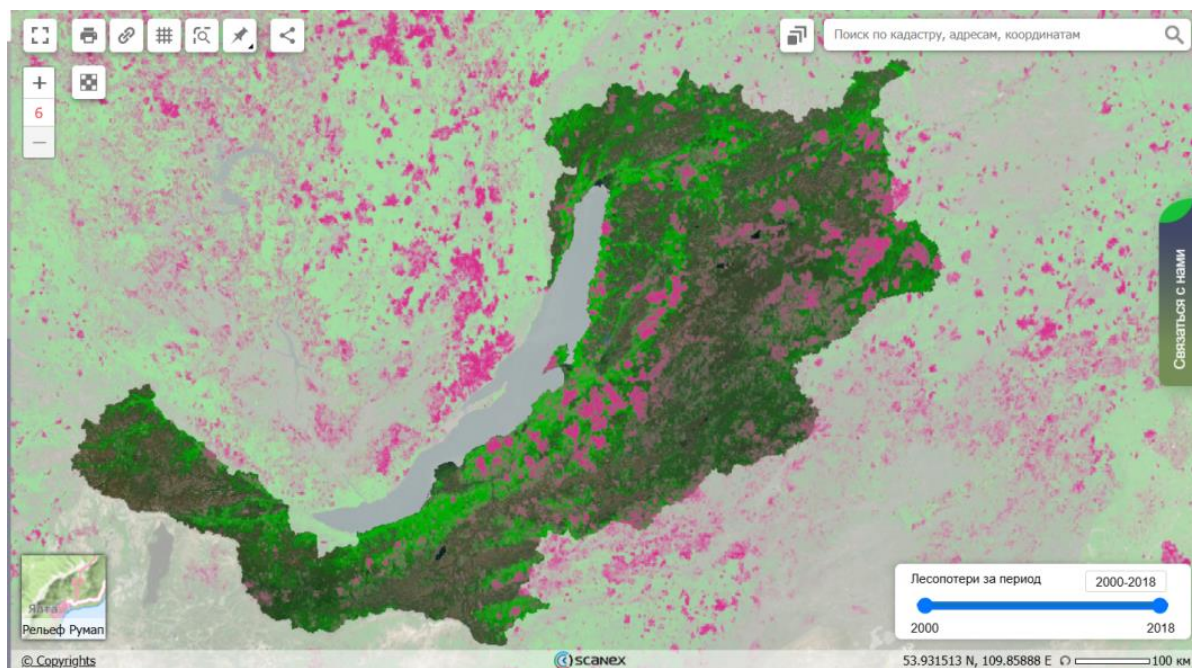


Рис. 1. Республика Бурятия

(по данным web-картографического сервиса «Леса высокой продуктивной ценности», <https://hcvf.ru/ru>)

Fig. 1. Republic of Buryatia

(provided by WMS "Forests of high productive value", <https://hcvf.ru/ru>)

На рисунке 1 представлена карта Республики Бурятия, по данным сервиса «Леса высокой продуктивной ценности» (ЛВПЦ) розовым цветом отмечены потери лесной растительности в период с 2000 по 2018 год. С 2002 по 2023 год (рис. 2) площадь лесного покрова в Бурятии сократилась на 2,60 млн гектаров, что эквивалентно уменьшению лесного покрова на 17 % с 2000 года. Зеленый и темно-зеленый цвета показывают общую лесопокрытую площадь. Исходя из общей лесопокрытой площади можно сделать вывод, что Бурятия – это лесной регион, экономика которого напрямую связана с грамотным использованием лесного сырья и необходимостью эффективного лесовосстановления. Породный состав лесов в основном представлен: лиственницей сибирской (*Lárix sibírica L.*) (53,5 %), сосной обыкновенной (*Pínus sylvéstris L.*) (19,5 %), кедром (*Pínus sibírica L.*) (14,5 %), бе-

⁴https://egov-buryatia.ru/about_republic/nature-resources/lesnye-resursy-/

⁵https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/news/2024/05/12/1036667-lesa-v-rossii-vosstanavlivayutsya-bistreechem-gibnut?from=copy_text

резой повислой (*Betula pendula* Roth.) (4,0 %), осинкой (*Pópulus trémula* L.) (2,5 %) и второстепенными древесными породами (6,5 %)⁶.

Методы исследования: дешифрирование, анализ материалов ДЗЗ, использовались web-картографические сервисы – Global Forest Watch, Global Forest Change, Google Earth Pro.

По состоянию на 2020 год 50 % территории Бурятии занимали естественные леса, а 0,29 % – леса искусственного происхождения.

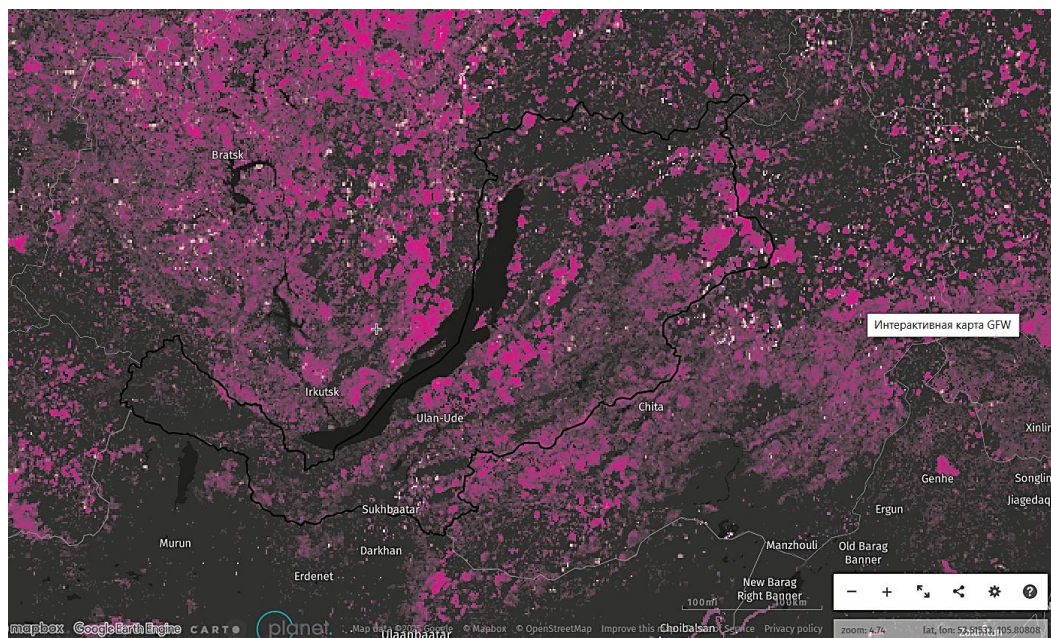


Рис. 2. Розовым цветом отмечены площади потери лесного покрова в период с 2002 по 2023 год в пределах и за пределами Республики Бурятия (по данным web-картографического сервиса «Леса высокой продуктивной ценности», <https://hcvf.ru/ru>)

Fig. 2. Areas of forest cover loss between 2002 and 2023 are marked in pink, both within and outside the Republic of Buryatia. (provided by WMS "Forests of high productive value", <https://hcvf.ru/ru>)

Наибольшие потери лесного покрова Бурятии за последние 20 лет произошли в северных районах республики и наблюдались в 2003–2004 годах и в 2015–2017 годах. Основной причиной потерь являются лесные пожары, которым способствовали весенние и летние засухи. В центральной части республики, помимо лесных пожаров, потери обусловлены коммерческой деятельностью по заготовке леса. В отличие от северных районов западные районы республики, характеризующиеся более высокой влагообеспеченностью, демонстрируют меньшую уязвимость к лесным пожарам и, соответственно, меньшие потери лесного покрова [4].

В Бурятии на долю трех крупнейших районов республики пришлось 53 % всех потерь лесного покрова в период с 2001 по 2023 год. В Баунтовском районе произошло наибольшее снижение лесного покрова – 776 тыс. га по сравнению со средним показателем в 111 тыс. гектаров.

С 2001 по 2023 год из-за незаконных рубок и пожаров Бурятия потеряла примерно 17 % (2,65 млн га) лесов. По официальным данным на 2024 год, в Республике Бурятия 19 арендаторов, занимающихся заготовкой древесины, пищевых ресурсов, строительством и реконструкцией линейных объектов.

⁶https://egov-buryatia.ru/about_republic/nature-resources/lesnye-resursy-/

Пик незаконных рубок в Бурятии пришелся на 2019 год – было заготовлено всего 70 785 кубов. В 2018 году вырубки произведены на 34,9 тыс. кубов, а в 2020 году – 23,7 тыс. кубов. По объему незаконных рубок среди российских регионов Бурятия заняла шестое место. В 2024 году число незаконных рубок в Бурятии снизилось на 30 %. Одной из положительных причин, повлиявших на снижение динамики незаконной заготовки древесины, является то, что 11,5 млн га леса попадает в зону дистанционного мониторинга, благодаря этому на постоянной основе выявляются нарушители посредством отслеживания большой по площади территории.

В ноябре 2024-го стало известно, что с начала года в республике зафиксировали более 600 лесных пожаров. Значительная часть – около 70 % – произошла из-за сухих гроз в удалении от населенных пунктов. 86 % пожаров в Республике Бурятия возникает по вине человека – это местное население, нарушения при лесозаготовках, сельхозпалы, туристы, что говорит о недостаточном информировании населения о необходимости вести осознанную деятельность при нахождении в лесах.

Количество и площадь пожаров значительно варьируют по годам: по количеству пожаров лидирует 2016 год, однако по площади пожаров 2015, 2017 и 2019 годы сопоставимы. С 2011 по 2017 год наименьшее число пожаров зарегистрировано в марте и ноябре, в 2014 и 2015 годах зафиксировано максимальное количество пожаров с апреля по октябрь [5].

С 2001 по 2023 год Бурятия потеряла 2,30 млн гектаров лесного покрова из-за пожаров и 351 млн гектаров с учетом других причин. Наибольшие потери древесного покрова произошли в 2016 году, когда в результате пожаров было потеряно 874 га – 95 % от всех потерь древесного покрова за этот год (рис. 3).

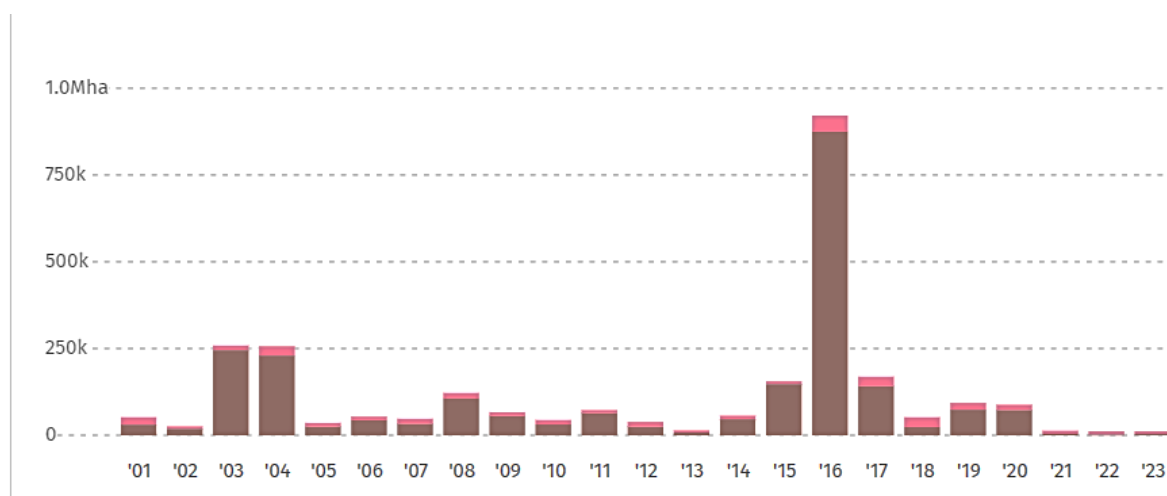


Рис. 3. Потери лесного покрова из-за пожаров в 2001–2023

(по данным web-картографического сервиса «Леса высокой продуктивной ценности», <https://hcvf.ru/ru>)

Fig. 3. Loss of forest cover due to fires 2001–2023

(provided by WMS "Forests of high productive value", <https://hcvf.ru/ru>)

По данным Рослесхоза, наибольшие площади очагов вредных организмов выявлены в Бурятии на 401,7 тысячи гектаров – преобладает хвойная волнянка⁷.

В 2024 году в Бурятии сложилась неблагоприятная обстановка с лесными вредителями, в частности хвойной волнянкой и сибирским шелкопрядом. Очаги массового размноже-

⁷<https://www.baikal-daily.ru/news/16/492900/>

ния хвойной волнянки периодически появляются спустя 10–12 лет на огромных территориях после распространения, а в текущем 2024 году очаги появились спустя 23 года после последнего массового размножения хвойной волнянки (*Calliteara abietis*)⁸. Встречаемость гусениц хвойной волнянки составила 100 процентов на территории 1,25 тыс. га.

Исходя из существующих негативных факторов и нестабильной тенденции потери лесного покрова вследствие пожаров, рубок и лесопатологий необходимо определить первопричины и выработать ряд решений, направленных на стабилизацию ситуации, среди основных причин можно выделить:

1. Отсутствие соблюдения требований безопасности и правил поведения в лесах в пожароопасный период определяет низкую степень экологической ответственности населения, что позволяет сформировать в этой части решение формирования у человека экологической ответственности на уровне учреждений школьного образования.

2. Вследствие незаконных рубок причиняется ущерб лесному фонду, объем незаконной заготовки в Бурятии за 2024 год составил 12 тыс. кубометров, ущерб лесному фонду составил более 180 млн рублей. Доля объема от законного лесопользования составила порядка 1,14 %, что ниже на 29 % показателя за прошлый период. В целом тенденция по незаконной заготовке древесины позволяет сделать вывод о действенных мерах лесного и уголовного законодательства в этой части.

3. Лесные патологии. Необходимо определить ряд решений, направленных на развитие системы раннего обнаружения поражения инвазионными лесопатогенами. В частности, здесь возможно использование комплексного подхода – лесопатологического обследования с использованием БАС (беспилотных авиационных систем) и применением данных лазерного сканирования для точечного определения очагов и их локализации. Целесообразно формирование цифровой модели зараженного леса для выработки решений по нераспространению очагов лесопатологий. В работах [6, 7] авторами были предложены подходы по формированию таких типов интерактивных моделей лесных экосистем.

Предлагаемые решения направлены на формирование устойчивого возобновления лесных экосистем.

В социально-ориентированном аспекте:

1. Ввести в образовательные учреждения факультативы по экологии и рациональному природопользованию с начальных классов, раскрывающие особенности ценности лесных экосистем и бережного отношения к природе родного края.

2. Проведение информационных кампаний: организация лекций, семинаров, публикаций в СМИ и других мероприятий, направленных на повышение осведомленности населения о проблемах лесных патологий и мерах по их предотвращению. Привлечение общественности к участию в мероприятиях по охране леса: организация акций по посадке деревьев, очистке леса и других мероприятий, направленных на вовлечение населения в охрану лесных ресурсов.

3. Поддержка некоммерческих организаций, оказывающих содействие и развитие экологическим проектам на территории республики, создание условий для поддержки таких организаций в форме государственно-частного партнерства, в том числе в вопросах, связанных с проведением мероприятий по восстановлению лесных экосистем после пожаров и истощительного лесопользования. К таким организациям могут быть отнесены некоммерческие организации или автономные некоммерческие организации, реализующие проекты экологической направленности. В ряде регионов России имеются положительные

⁸https://egov-buryatia.ru/about_republic/nature-resources/lesnye-resursy/

примеры^{9,10} реализации проектов такими организациями. А при их отсутствии необходимо формирование стимулов и оказание юридической поддержки для организации таких мероприятий на территории республики.

В технологическом аспекте:

1. Необходимо проводить оперативный мониторинг лесов с использованием дистанционных средств и применением оптических методов наблюдений по опыту использования системы «Лесной дозор»¹¹. Постоянное периодическое обследование на предмет появления пожаров, в том числе с использованием технологий беспилотных летательных объектов. Также необходим лесопатологический мониторинг для борьбы с лесными вредителями. Для реализации предложения необходимо обеспечение центров защиты леса современными БАС типа мультикоптер и централизованное обучение сотрудников. Расширение сети мониторинга пробных площадей, формирование интерактивной карты мониторинга очагов с базой данных об их состоянии.

2. Поддержка национальных проектов по восстановлению вырубленных и сгоревших лесов, таких как, например, проект «Экология». Данный проект направлен на восстановление леса в различных регионах.

3. Умное лесовосстановление с применением технологий мониторинга БАС и автоматизированной посадки леса. Общеизвестно что лесовосстановление – длительный процесс, в котором необходимы мероприятия, направленные на успешную приживаемость лесных культур, следовательно, агротехнические мероприятия, такие как своевременное окашивание, подрезка сучьев, общая оценка состояния приживаемости, анализ почвенных условий.

Выводы

Проведенный анализ динамики лесного покрова Республики Бурятия в период с 2000 по 2023 г. выявил существенное сокращение лесных площадей, составляющее около 17 % от общей лесопокрытой территории. Ключевыми факторами, обусловившими данную тенденцию, являются высокая пожарная опасность, вызванная преимущественно антропогенным фактором, незаконные рубки и распространение очагов лесных патологий. Причем, несмотря на снижение объемов незаконных рубок в последние годы благодаря внедрению систем дистанционного мониторинга, проблема остается актуальной. Наибольшие потери лесного покрова зафиксированы в северных районах республики, что требует усиления мер по охране и защите лесов в этих районах. Оценка эффективности проводимых мероприятий по лесовосстановлению указывает на необходимость внедрения более современных и технологичных подходов, выращивания и посадки лесных культур с ПМЗК (посадочный материал с закрытой корневой системой).

Для стабилизации ситуации и обеспечения устойчивого развития лесного комплекса Республики Бурятия необходимо повышение экологической ответственности населения путем внедрения образовательных программ и проведения информационных кампаний, направленных на формирование бережного отношения к лесу и соблюдение правил пожарной безопасности. Усиление контроля за законностью лесопользования с применением современных технологий мониторинга и ужесточением мер ответственности за незаконные рубки. Совершенствование системы лесопатологического мониторинга и борьбы с вредителями леса с акцентом на раннее обнаружение очагов и применение экологически без-

⁹<https://ecofeat.ru/> – официальный сайт АНО «Уникальные ландшафты»

¹⁰<https://возрождениеземли.рф> – официальный сайт АНО «Возрождение Земли»

¹¹<https://www.lesdozor.ru/>

опасных методов борьбы с применением цифровых технологий. Активная поддержка и развитие проектов по лесовосстановлению, включая внедрение технологий «умного лесовосстановления» с использованием БАС и внедрение посадки ПМЗК. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение влияния климатических изменений на устойчивость лесных экосистем Бурятии, разработку эффективных методов прогнозирования лесных пожаров и оптимизацию стратегий адаптации лесного хозяйства к новым условиям. Реализация предложенных мер позволит не только сохранить ценные лесные ресурсы Республики Бурятия, но и обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие региона, основанное на принципах рационального природопользования и экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игнатьева А. В., Барановский Н. В. Динамика лесных пожаров в Республике Бурятия // Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5. № 2. С. 140–159. DOI: 10.31509/2658-607x-202252-107
2. Ким Л. В., Глушич Е. А. Мониторинг земель лесного фонда на территории прибайкальского лесничества Республики Бурятия // Ученые заметки ТОГУ. 2022. Т. 13. № 1. С. 97–101. EDN: EOFIIT
3. Коришунова А. А., Мартыновская С. Н. Об исследовании лесовосстановления по регионам Российской Федерации // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 183–189. EDN: UKRKOE
4. Попов Н. Л. Лесовосстановление в России: текущее состояние и пути развития // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 5(131). С. 198–202. EDN: VGOOGZ
5. Содномов Б. В., Аюржанаев А. А., Черных В. В., Жарникова М. А. Потери лесного покрова Республики Бурятия в XXI веке // Успехи современного естествознания. 2020. № 10. С. 44–49. DOI: 10.17513/use.37489. EDN: IJNNKU
6. Вагизов М. Р., Лобачева В. А. Особенности геоинформационного моделирования при мониторинге лесовосстановления // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2023. С. 194–196. EDN: GVNLLN
7. Вагизов М. Р. Технология геоинформационного моделирования лесных экосистем // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2023. С. 56–59. EDN: GCKFRR

REFERENCES

1. Ignatyeva A.V., Baranovsky N.V. Dynamics of forest fires in the Republic of Buryatia. *Voprosy lesnoy nauki* [Issues of forest science]. 2022. Vol. 5. No. 2. Pp. 140–159. DOI: 10.31509/2658-607x-202252-107. (In Russian)
2. Kim L.V., Glushich E.A. Monitoring of the forest fund lands on the territory of the Baikal forestry of the Republic of Buryatia. *Scientific Notes of TOGU*. 2022. Vol. 13. No. 1. Pp. 97–101. EDN: EOFIIT. (In Russian)
3. Korshunova A.A., Martynovskaya S.N. On the study of reforestation in the regions of the Russian Federation. *Tekhnologii i oborudovaniye sadovo-parkovogo i landshaftnogo stroitel'stva*

[Technologies and equipment of garden and landscape construction]. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Krasnoyarsk. 2024. Pp. 183–189. EDN: UKRKOE. (In Russian)

4. Popov N.L. Forest restoration in Russia: current state and ways of development. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Economics]. 2021. No. 5(131). Pp. 198–202. EDN: VGOOGZ. (In Russian)

5. Sodnomov B.V., Ayurzhanayev A.A., Chernykh V.V., Zharnikova M.A. Losses of forest cover of the Republic of Buryatia in the XXI century. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Modern Natural Science]. 2020. No. 10. Pp. 44–49. DOI: 10.17513/use.37489. EDN: IJNNKU. (In Russian)

6. Vagizov M.R., Lobacheva V.A. Features of geoinformation modeling in monitoring reforestation. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye* [Forests of Russia: policy, industry, science, education]. *Materialy VIII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 24–26 maya 2023 goda*. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet imeni S.M. Kirova, 2023. Pp. 194–196. EDN: GVNLLN. (In Russian)

7. Vagizov M.R. Technology of geoinformation modeling of forest ecosystems. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye* [Forests of Russia: policy, industry, science, education]. *Materialy VIII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 24–26 maya 2023 goda*. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet imeni S.M. Kirova, 2023. Pp. 56–59. EDN: GCKFRR. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. External funding was not provided for the study.

Информация об авторах

Новикова Мария Александровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Института леса и природопользования, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова;

194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5;

masch.novikova@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0416-4232>, SPIN-код: 2276-0322

Бобровская Рита Маратовна, генеральный директор, ООО «Авто Миракл Рус»;

121471, Россия, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Очаково-Матвеевское, ул. Рябиновая, 55, стр. 3;

ritabk@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6042-5611>, SPIN-код: 8159-6018

Вагизов Марсель Равильевич, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой информационных систем и технологий Института леса и природопользования, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова;

194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5;

профессор кафедры информационных технологий и систем безопасности Института информационных систем и геотехнологий, Российский государственный гидрометеорологический университет;

192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79;

bars-tatarin@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1619>, SPIN-код: 4811-8943

Навалихин Сергей Викторович, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры лесных культур Института леса и природопользования, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова;

194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5;

6423487@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2630-4868>, SPIN-код: 3700-2299

Information about the authors

Maria A. Novikova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Forestry and Nature Management, St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov;

194021, Russia, St. Petersburg, 5 Institutsky lane;

masch.novikova@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0416-4232>, SPIN-code: 2276-0322

Rita M. Bobrovskaya, General Director, Avto Miracle Rus LLC;

121471, Russia, Moscow, int. ter. of the city Ochakovo-Matveevskoye municipal district, 55, build. 3 Ryabinovaya street;

ritabk@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6042-5611>, SPIN-code: 8159-6018

Marsel R. Vagizov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies, Institute of Forest and Nature Management, St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov;

194021, Russia, St. Petersburg, 5 Institutsky lane;

Professor of the Department of Information Technologies and Security Systems, Institute of Information Systems and Geotechnology, Russian State Hydrometeorological University;

192007, Russia, St. Petersburg, 79 Voronezhskaya street;

bars-tatarin@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1619>, SPIN-code: 4811-8943

Sergey V. Navalikhin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forest Crops, Institute of Forest and Nature Management, St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov;

194021, Russia, St. Petersburg, 5 Institutsky lane;

6423487@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2630-4868>, SPIN-code: 3700-2299