

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-31334,
выдано Россвязьохранкультуры 05.03.2008 г.



Издается с 2002 года
Выходит четыре раза в год

Редакционный совет:

Е. П. Платонов – председатель редакционного совета, главный редактор
В. В. Фомин – зам. гл. редактора
С. В. Залесов – зам. гл. редактора

Редколлегия:

А. В. Вураско, Э. Ф. Герц, З. Я. Нагимов,
И. В. Петрова, А. Н. Рахимжанов,
Р. Р. Сафин, Р. Р. Султанова,
В. А. Усольцев, П. А. Цветков

Редакция журнала:

Н. П. Бунькова – зав. редакционно-издательским отделом
И. А. Панин – ответственный за выпуск
Е. Л. Михайлова – редактор
Т. В. Упорова – компьютерная верстка

Фото на обложке М. В. Першаковой

Материалы для публикации подаются ответственному за выпуск журнала
И. А. Панину
(контактный телефон 8 (952) 743-44-87,
e-mail: panina@m.usfeu.ru)
или в РИО
(контактный телефон 8 (343) 221-21-44)

Подписано в печать 04.06.2024.
Дата выхода в свет 11.06.2024.
Формат 60×84/8. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 18,06. Усл. печ. л. 21,84.
Тираж 100 экз. (1-й завод 32 экз.).
Заказ № 7877

Учредитель:
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343) 221-21-00

Адрес редакции и издательства:
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург,
Сибирский тракт, 33а/1
Тел.: 8 (343) 221-21-44

Цена свободная

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография
ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область,
Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2024

К сведению авторов

Внимание!

Журнал с 26.01.2023 был включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим специальностям и направлениям:

4.1.6. Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные, биологические, технические науки);
4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины (технические, биологические, химические науки).

Редакция принимает только те материалы, которые полностью соответствуют обозначенным ниже требованиям.

Недоупакованный пакет материалов не рассматривается.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, которые можно использовать в практической работе специалистов лесного хозяйства, лесопромышленного комплекса и смежных с ними отраслей (экономики и организации лесопользования, лесного машиностроения, охраны окружающей среды и экологии), либо они должны представлять познавательный интерес (исторические материалы, краеведение и др.). Рекомендуемый объем статей – 8–10 страниц текста (не менее 4 страниц). Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman, поля – 2,5 см со всех сторон. Абзацный отступ – 1 см.

2. Структура представляемого материала следующая.

Номер УДК определяется в соответствии с классификатором (выравнивание по левому краю, без абзацного отступа).

Заглавие статьи должно быть информативным. В заглавии можно использовать только общепринятые сокращения. Полуужирное начертание. Без точки в конце (выравнивание по центру, без абзацного отступа).

Сведения об авторах: имя, отчество, фамилия полностью, место работы / учебы (официальное название организации без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.), подразделение (при наличии), адрес (город и страна); электронный адрес автора без слова e-mail; ORCID ID автора (открытый идентификатор исследователя и участника) в форме электронного адреса <http://orcid.org/> (16 чисел).

(Выравнивание по левому краю, без абзацного отступа.)

Аннотация должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.9–95 «Реферат и аннотация. Общие требования».

Ключевые слова (от 3 до 10) – это определенные слова из текста, по которым могут вестись оценка и поиск статьи. В качестве ключевых слов могут использоваться как слова, так и словосочетания.

Благодарности. Заполняется по желанию авторов.

Финансирование. Заполняется по желанию авторов, если статья написана в рамках выполнения НИР, гранта и т. д.

(**Аннотация, ключевые слова, благодарности, финансирование** выравниваются по ширине.)

Далее следует на **английском языке** заглавие статьи, сведения об авторах, аннотация, ключевые слова, благодарности, финансирование.

Текст статьи. Выравнивание по ширине. Необходимо выделить заголовками в тексте разделы «Введение», «Цель, задача, методика и объекты исследования», «Результаты исследования», «Дискуссия», «Выводы», «Список источников».

Ссылки на литературу, используемую в тексте, обозначаются в круглых скобках по фамилии первого автора. Например: (Иванов, 2021).

Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы – в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартном редакторе формул Word (Вставка – Объект – Создание – Тип объекта MathType 6.0 Equation, в появившемся окне набирается формула). Рекомендуется нумерацию формул также делать сквозной. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартных графических форматах. **Также обязательно переводить названия к иллюстрациям, данные иллюстраций, табличные данные вместе с заголовками непосредственно с показателями и примечаниями, т. е. сначала приводятся таблицы и иллюстрации на русском языке, затем на английском.**

Оформление **Списка источников** производится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (на русском и английском языках). Составляется в алфавитном порядке.

В конце под заголовком **Информация об авторах** указываются инициалы авторов, фамилия, ученая степень и звание. По желанию автора указывается должность (ступень образования для студентов бакалавр / магистр / аспирант) с повторением наименования и адреса места работы (учебы) (выравнивание по левому краю).

3. На каждую статью требуется одна **внешняя** рецензия. **Внимание! Рецензентом может выступать только доктор наук или член Академии наук!**

4. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.

5. **Авторы представляют** в редакцию журнала:

- статью в печатном и электронном виде (формат DOC или RTF) в одном экземпляре, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами, с указанием даты сдачи материала. Материалы, **присланные в полном объеме по электронной почте, дублировать на бумажных носителях необязательно.**

Адрес электронной почты – journal_fr@m.usfeu.ru

- иллюстрации к статье (при наличии);
- рецензию;
- авторскую справку или экспертное заключение;
- согласие на публикацию статьи и персональных данных.

Содержание

Сюваткин А. И., Осипенко А. Е., Николаев К. А., Гилязова Д. В. Формирование подроста под пологом березовых древостоев в Билимбаевском лесничестве Свердловской области	4
Данчева А. В., Залесов С. В., Янишева А. Р. Анализ естественного лесовозобновление гари в условиях Уватского лесничества Тюменской области.	13
Воробьева Т. С., Белов Л. А., Галка К. В., Биатова Е. А., Розинкина Е. П. Производственный опыт рекультивации нарушенных земель, предоставленных для осуществления геологического изучения недр.	23
Кожневников А. П., Егоров Р. В. Относительные значения параметров листьев <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh. как признак внутривидовой адаптации в лесных парках Екатеринбурга	34
Нагимов З. Я., Мочалов С. А., Анчугова Г. В., Сальникова И. С. Возрастная динамика высоты подроста осины на ветровальной площади в постветровальный период.	41
Разжигалева О. А., Воробьев И. Б., Громов А. М., Моисеев П. А., Нагимов З. Я. Особенности формирования древостоев в экотоне лес – горная тундра (г. Дальний Таганай, Южный Урал)	48
Кузнецов Л. Е., Безденежных И. В., Залесов С. В. Декриминализация, цифровизация и риск-ориентированный подход в лесном комплексе	58
Сенькова Л. А. Сравнительная характеристика свойств почв реликтовых боров и прилегающих к ним территорий	68
Калинин Р. К., Ивашнев М. В., Васильев А. С. Динамика лесных пожаров на территории республики Карелия.	77
Примаков Н. В. Влияние полевых защитных лесных полос на состояние агроландшафтов	89
Морозов А. Е., Федорова Н. В., Морозова М. А. Проблемы противопожарного обустройства лесов в районах добычи углеводородного сырья.	96
Тишкина Е. А., Осипенко Р. А., Лантинова А. В., Шашина А. В., Целева Н. Д., Морозова А. Д., Царев Ф. О., Борзенко Е. В. Анализ состава травяного покрова в Шарташском лесном парке г. Екатеринбурга с участием <i>Acer negundo</i> L.	110
Тутынин А. Д., Агафонова Г. В. Комплексная характеристика древесных и кустарниковых насаждений в парке микрорайона Солнечный г. Екатеринбурга.	119
Марковская А. Н., Кольцова Е. В. Редкие виды растений в Московском лесном парке г. Екатеринбурга	129
Агафонова Т. Н., Щеплягин П. В., Котова В. С., Залесов С. В. Корнеотпрысковая способность тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова	136
Мальцев Г. И., Юрьев Ю. Л. Применение бутадиен-стирольных латексов при изготовлении бумагоподобных материалов	145
Чернышев Д. О., Лукаш А. А., Пыкин А. А., Швачко С. Н., Разрезов К. В. Моделирование процесса формирования рифленых поверхностей мебельных фасадов	157
Сиваков В. В., Буглаев А. М., Заикин А. Н. Цифровизация охраны труда на лесозаготовительном предприятии	163
Карабан А. А., Усольцев В. А., Третьяков С. В., Коптев С. В., Парамонов А. А., Цветков И. В., Давыдов А. В., Цепордей И. С. Возрастная динамика биомассы древостоев ольхи серой в условиях Архангельской области	177

Content

Syuvatkin A. I., Osipenko A. E., Nikolaev K. A., Gilyazova D. V. Formation of undergrowth under the canopy of birch tree stands in Bilimbaevskoye forestry of the Sverdlovsk region.	5
Dancheva A. V., Zalesov S. V., Yanysheva A. R. Analysis of natural reforestation of burned areas in the conditions of the Uvatsk forestry department of the Tyumen region	14
Vorobyova T. S., Belov L. A., Galka K. V., Biatova E. A., Rozinkina E. P. Production experience of recultivation of disturbed lands provided for geological exploration of the subsoil	24
Kozhevnikov A. P., Egorov R. V. Relative Leaf Parameters of <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh. as an Indicator of Intraspecific adaptation in forest parks of Yekaterinburg	35
Nagimov Z. Ya., Mochalov S. A., Anchugova G. V., Salnikova I. S. Age dynamics of aspen undergrowth height on the wind area in the post-wind period	42
Razzhigaeva O. A., Vorobyov I. B., Gromov A. M., Moiseev P. A., Nagimov Z. Ya. Spatial structure of tree stands in the ecotone forest – mountain tundra on the slopes of Dalniy Taganai (Souther Ural)	49
Kuznetsov L. E., Bezdenezhnykh I. V., Zalesov S. V. Decriminalization, digitalization and risk-based approach in the forest complex	59
Senkova L. A. Comparative characterization of soil properties of relict forests and adjacent territories	69
Kalinin R. K., Ivashnev M. V., Vasiliev A. S. Dynamics of forest fires in the republic of Karelia.	78
Primakov N. V. Influence of forest shelter belts on the condition of agrolandscapes	90
Morozov A. E., Fedorova N. V., Morozova M. A. Problems of fire prevention in forests in the areas of hydrocarbon raw materials extraction	97
Tishkina E. A., Osipenko R. A., Lantinova A. V., Shashina A. V., Tseleva N. D., Morozova A. D., Tsarev F. O., Borzenko E. V. Analysis of the composition of the grass cover in the Shartash forest park of Yekaterinburg with the participation of <i>Acer negundo</i> L.	111
Tutyinin A. D., Agafonova G. V. Complex characteristics of woody and shrubbery vegetation in the park of Solnechny microdistrict	120
Markovskaya A. N., Koltsova E. V. Rare plant species in Moscow forest park of Yekaterinburg	130
Agafonova T. N., Shcheplyagin P. V., Kotova V. S., Zalesov S. V. Roots sprouting ability of poplar Sverdlovsk silvery pyramidal in selection of N. A. Konovalov	137
Maltsev G. I., Yuriev Yu. L. The use of styrene-butadiene latexes in the manufacture of paper-like materials	146
Chernyshev D. O., Lukash A. A., Pykin A. A., Shvachko S. N., Razrezov K. V. Modeling of the process of forming corrugated surfaces of furniture facades.	158
Sivakov V. V., Buglaev A. M., Zaikin A. N. Digitalization of labor protection at a logging enterprise.	164
Karaban A. A., Usoltsev V. A., Tretyakov S. V., Koptev S. V., Paramonov A. A., Tsvetkov I. V., Davydov A. V., Tsepordey I. S. Age dynamics of biomass of gray alder stands in the conditions of the Arkhangelsk region	178

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 4–12.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 4–12.

Научная статья

УДК 630*231.1

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.001

ФОРМИРОВАНИЕ ПОДРОСТА ПОД ПОЛОГОМ БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В БИЛИМБАЕВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Андрей Игоревич Сюваткин¹, Алексей Евгеньевич Осипенко²,
Кирилл Андреевич Николаев³, Диана Вадимовна Гилязова⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ andrey177720@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9804-3583>

² osipenkoae.m@usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6148-1747>

³ Nikolaev.kirill333@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-4416-1986>

⁴ giliazowadi@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8645-3710>

Аннотация. Данная статья посвящена изучению видового состава и количества подроста в березовых насаждениях, произрастающих на территории Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества Свердловской области. Для определения таксационных показателей древостоев было заложено четыре пробные площади. На пробных площадях проводился сплошной пересчет деревьев по диаметру и частичный обмер высот деревьев. Учет подроста производился на учетных площадках размером 2 × 2 м. В статье приведена таксационная характеристика исследуемых березовых древостоев, встречаемость и количество подроста в пересчете на крупный жизнеспособный. Также был сформирован график зависимости количества жизнеспособного подроста от относительной полноты древостоя. По графику можно увидеть, что наибольшее число подроста сконцентрировано в древостоях с меньшей относительной полнотой. Количество подроста в исследуемых березняках варьирует от 0,6 до 3,5 тыс. шт./га. Установлено, что успешное естественное лесовосстановление на момент исследований возможно только на одной ПП. На трех из четырех ПП преобладающей породой в составе подроста является ель. Наиболее представленными категориями подроста ели по размеру являются средний и крупный, а сосны – мелкий и средний. В одном из березняков уже сформировался второй ярус древостоя с составом 6Е2С2Б+Л. Преобладание соснового подроста зафиксировано лишь на одном исследуемом участке. Размещение подроста различных пород в насаждениях в большинстве случаев неравномерное. В перспективе следует ожидать смены березняков на ельники. В дальнейшем необходимо проводить лесохозяйственные мероприятия, способствующие росту и развитию елового подроста.

Ключевые слова: подрост, древостой, береза, смена пород

Для цитирования: Формирование подроста под пологом березовых древостоев в Билимбаевском лесничестве Свердловской области / А. И. Сюваткин, А. Е. Осипенко, К. А. Николаев, Д. В. Гилязова // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 4–12.

Original article

FORMATION OF UNDERGROWTH UNDER THE CANOPY OF BIRCH TREE STANDS IN BILIMBAEVSKOYE FORESTRY OF THE SVERDLOVSK REGION

Andrey I. Syuvatkin¹, Alexey E. Osipenko², Kirill A. Nikolaev³, Diana V. Gilyazova⁴

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ andrey177720@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9804-3583>

² osipenkoae.m@usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6148-1747>

³ Nikolaev.kirill333@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-4416-1986>

⁴ giliazowadi@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8645-3710>

Abstract. The article is focused on the study of the species composition and amount of undergrowth in birch stands growing on the territory of the Seversky district forestry of the Bilimbaevsky forestry in the Sverdlovsk region. To determine the taxation indicators of forest stands, four trial plots have been established. On the trial plots, a complete enumeration of trees by diameter and a partial measurement of tree heights have been performed. Undergrowth has been accounted for on plots of 2×2 m. The article presents the taxation characteristics of the studied birch stands, the occurrence, and the number of undergrowth in terms of large viable one. A graph of the dependence of the number of viable undergrowth on the relative density of the stand was also formed. According to the graph, it can be seen that the largest number of undergrowth is concentrated in stands with a lower relative density. The amount of undergrowth in the studied birch forest stands varies from 0,6 to 3,5 thousand pcs/ha. It is established that successful natural reforestation is impossible at any trial plots. In three out of the four birch plantations, spruce is the predominant species in the undergrowth. The most represented categories of size are medium and large for spruce undergrowth and small for pine undergrowth. In one of the birch forests, spruce has already formed the second layer of the forest stand with the composition 6S2P2B+L. The predominance of pine undergrowth has been recorded only in one plots. The placement of undergrowth of various species in the studied plantations is uneven in most cases. In the future, birch forests will be replaced by spruce forests in the studied areas. In the future, forestry necessary carry out to promote the growth and development of spruce undergrowth.

Keywords: undergrowth, forest stand, birch, change of tree species

For citation: Formation of undergrowth under the canopy of birch tree stands in Bilimbaevskoye forestry of the Sverdlovsk region / A. I. Syuvatkin, A. E. Osipenko, K. A. Nikolaev, D. V. Gilyazova // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 4–12.

Введение

В таежной зоне широко распространены производные мягколиственные древостои, возникшие после рубки высокопроизводительных ельников (Казанцев и др., 2006; Помазнюк, Залесов, 2007). Смена пород в таежной зоне во многих случаях является результатом неоправданного и повсеместного применения сплошных рубок (Белов, Варакина, 2018; Восстановление..., 2020).

В начале двухтысячных годов площадь насаждений с преобладанием березы в составе древостоев только в Свердловской области составляла приблизительно 3,5 млн га, а в целом по Уральскому экономическому району она достигала 9,2 млн га (Казанцев, Залесов, 2004). За последние двадцать лет в этом плане ситуация изменилась только в худшую сторону (Дебков и др., 2015; Восстановление..., 2020). Это позволяет сделать вывод о том,

что с точки зрения воспроизводства ценных хвойных насаждений современная система управления лесами неэффективна (Седых, 2009; Восстановление..., 2020).

Все вышесказанное позволяет утверждать, что преобразование производных мягколиственных насаждений в хвойные в максимально короткие сроки для лесного хозяйства России является актуальной проблемой, требующей скорейшего решения (Териннов, 2014).

Цель, объекты и методика исследований

Целью работы является изучение видового состава и количества подроста под пологом древостоев с преобладанием березы повислой (*Betula pendula* Roth.), произрастающих на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ).

Основным методом исследования являлся метод пробных площадей (ПП) (Основы фитомониторинга..., 2020). Всего в ходе работы было заложено 4 пробных площади. На ПП проводился сплошной пересчет деревьев по диаметру на высоте 1,3 м. Деревья обмеряли мерными вилками, приспособленными для пересчета деревьев по ступеням толщины 4 см. Высоты деревьев измерялись с точностью до 0,1 м при помощи высотомера Suunto RM-5/1520 РС. На каждой ПП было замерено 20–25 высот деревьев различных диаметров каждого элемента леса. Средняя высота древостоев определялась по графику высот через средний диаметр.

Учет подроста и подлеска осуществлялся на площадках площадью 4 м², расположенных по двум диагональным линиям, проходящим через ПП. На каждой ПП было заложено 20 учетных площадок. Учитывался подрост всех пород. При этом подрост делился на три категории по крупности (мелкий, средний, крупный) и три категории по жизненному состоянию (нежизнеспособный, сомнительный, жизнеспособный). Состав подроста устанавливался по количеству растений каждой породы. Встречаемость и количество подроста в пересчете на крупный жизнеспособный подрост определялись в камеральных условиях в программе MS Excel.

Исследуемые насаждения находятся на территории Северского участка Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества Свердловской области: ПП 1 – 35 квартал, выдел 21; ПП 2 – 36 квартал, выдел 1; ПП 3 – 36 квартал, выдел 41; ПП 4 – 41 квартал, выдел 1. Насаждения на ПП 2, 3, 4 характеризуются типом леса сосняк ягодниковый и I классом бонитета; на ПП 1 – сосняк разнотравный и II класс бонитета.

Результаты и их обсуждение

Таксационные показатели древостоев и подроста, произрастающего под их пологом, приведены в табл. 1 и 2. На всех исследуемых участках преобладающей породой является береза повислая с долей участия от 5 до 7 ед. Запас древостоев варьирует от 97 до 395 м³/га, что обусловлено различным возрастом и относительной полнотой исследуемых древостоев.

На ПП 1, 2 и 3 березняки характеризуются средним возрастом 80–120 лет и относительной полнотой древостоев 0,69–1,07. Количество подроста под их пологом варьирует от 0,6 до 2 тыс. шт./га (в пересчете на крупный жизнеспособный). Преобладает средний и крупный жизнеспособный еловый подрост. Объяснить это можно биологическими особенностями ели, которая способна мириться с недостаточным освещением больше времени, чем подрост сосны обыкновенной.

Наименьшее количество подроста зафиксировано на ПП 2, где относительная полнота древостоя имеет наибольшую величину (1,07).

Согласно Правилам лесовосстановления (Приказ Министерства..., 2021), количество подроста ценных древесных пород для обеспечения процессов лесовосстановления в исследуемых условиях должно составлять не менее 2000 шт./га. Таким образом, на момент проведения исследования достаточное для успешного естественного восстановления количество подроста зафиксировано только под пологом 30-летнего березняка (ПП 4), что можно объяснить наименьшей относительной полнотой древостоя (0,62). Кроме того, следует отметить, что в составе подроста на ПП 4 преобладает сосна обыкновенная.

Таблица 1
Table 1

Таксационная характеристика березовых древостоев
Taxation characteristics of birch stands

№ ПП № TP	Ярус Tier	Состав Compound	Элемент леса Element of the forest	Средние Average			Густота, шт./га Density, pcs/ha	Полнота Density		Запас древостоя, м³/га Stand stock, m³/ha	
				возраст, лет age, year	высота, м height, m	диаметр, см diameter, cm		абсолют- ная, м²/га absolute, m²/ha	относи- тельная, ед. relative, un		
1	1	5Б1Ос2С2Е+Л+П	Б	80	22,4	18	728	17,5	0,510	196	
			Ос	80	25,5	27	28	1,6	0,040	20	
			С	105	25,8	27	128	7,2	0,160	84	
			Е	50	14,8	14	396	5,9	0,180	52	
			Л	120	26,8	36	12	1,2	0,030	16	
			П	30	8,6	7	16	0,1	0,004	0	
Всего: Total:							1308	33,5	0,920	368	
2	1	6Б3С1Л+Е	Б	85	26,2	23	456	19,0	0,520	221	
			С	100	27,9	33	100	8,7	0,190	112	
			Л	180	30,0	59	12	3,3	0,090	50	
			Е	85	21,4	27	20	1,1	0,030	12	
	Итого, первый ярус: Total, first tier:							588	32,1	0,830	395
	2	2	6Е2С2Б+Л	Е	40	12,1	12	396	4,4	0,160	32
				С	40	15,0	14	64	0,9	0,030	7
				Б	45	15,8	11	160	1,5	0,050	12
				Л	40	11,8	11	32	0,3	0,010	2
	Всего, второй ярус: Total, second tier:							652	7,1	0,250	53
3	1	7Б2С1Е+Л	Б	120	29,0	29	257	16,4	0,440	209	
			С	150	29,6	36	38	4,0	0,080	48	
			Е	50	14,9	16	248	4,8	0,150	40	
			Л	150	17,2	15	13	0,6	0,020	6	
Всего: Total:							556	25,8	0,690	303	
4	1	5Б1Ос4С+Л	Б	30	12,7	9	1278	7,4	0,290	44	
			Ос	30	12,6	10	167	1,4	0,050	10	
			С	40	10,6	12	589	6,9	0,280	43	
			Л	20	5,0	4	19	0,0	0,002	0	
Всего: Total:							2053	15,7	0,620	97	

Таблица 2
Table 2

Подрост под пологом исследуемых древостоев
Undergrowth under the canopy of the studied forest stands

№ ПП № TP	Состав подроста Undergrowth composition	Порода Breed	Встречаемость подроста, % Occurrence of undergrowth, %	Кол-во жизнеспособного подроста в пересчете на крупный, шт./га The number of viable undergrowth in terms of large, pcs/ha
1	6ЕЗП1Б+С	Е	45	1213
		П	5	563
		Б	10	163
		С	10	63
Итого: Total:				2002
2	9Е1С	Е	30	525
		С	15	63
Итого: Total:				588
3	9Е1С+Л	Е	25	1506
		С	10	263
		Л	5	0
Итого: Total:				1769
4	8С2Е+Б+Ос	С	70	2888
		Е	20	488
		Б	5	125
		Ос	5	125
Итого: Total:				3513

Ель сибирская присутствует в составе древостоев возрастом 80–120 лет (ПП 1–3), но отсутствует в составе 30-летнего березняка (ПП 4). Вероятно, для ее накопления в составе древостоя необходим больший период времени.

При этом на ПП 2 уже сформировался второй ярус с преобладанием ели сибирской (*Picea Obovata* L.) в составе (рис. 1), на других исследуемых участках второго яруса выделено не было, но есть предпосылки к его скорому появлению на ПП 1 и 3.

Встречаемость подроста выступает дополнительным критерием для оценки успешности естественного лесовосстановления (Белов, Фефе-

лова, 2018; Shen, Nelson, 2018). В исследуемых насаждениях встречаемость подроста в большинстве случаев свидетельствует о неравномерности его размещения на исследуемом участке. Исключение составляет подрост сосны под пологом березняка на ПП 4.

На рис. 2 приведены данные о количестве подроста и его распределение по категориям крупности, которые свидетельствуют о снижении количества мелкого и среднего подроста при увеличении относительной полноты древостоя. Количество крупного подроста на исследуемых участках изменяется в пределах от 0 до 1250 шт./га.



Рис. 1. Второй ярус древостоя с преобладанием ели сибирской (ПП 2)
 Fig. 1. The second layer of the forest stand with a predominance of Siberian spruce (trial plot 2)

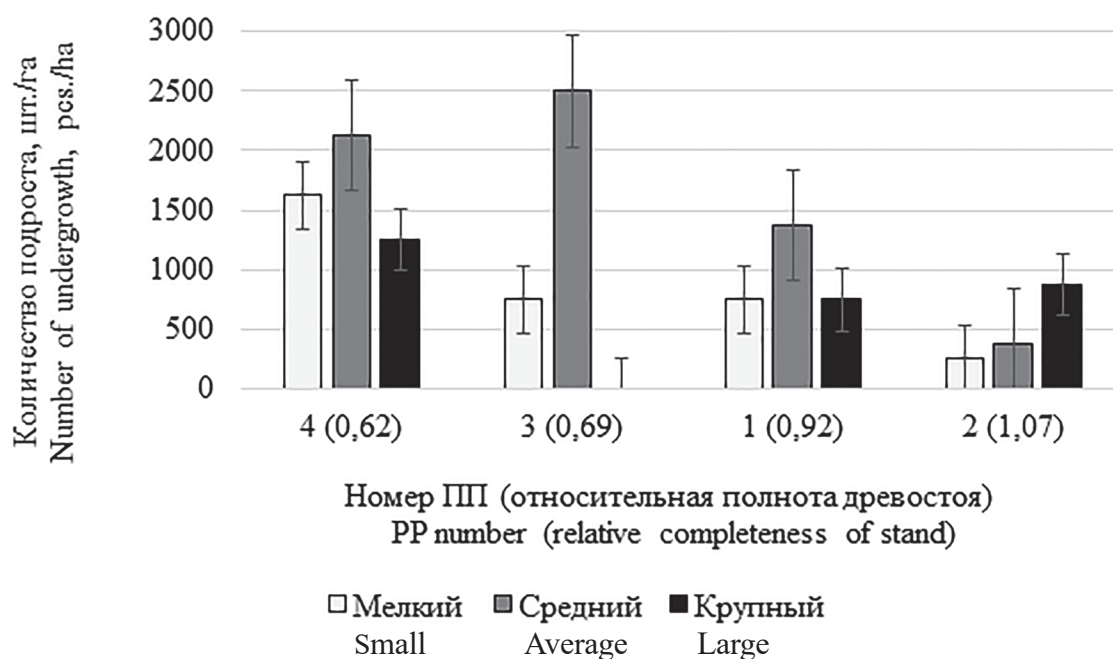


Рис. 2. Распределение количества жизнеспособного подроста по категориям крупности
 Fig. 2. Distribution of the number of viable undergrowth by size

Для увеличения количества подроста можно порекомендовать изреживание насаждений до полноты накопления максимального количества подроста. Это позволит минимизировать расходы на лесовосстановление (Помазнюк, Залесов, 2007; Обеспеченность..., 2016).

В дальнейшей перспективе на исследуемых участках следует ожидать смены березняков на ельники. В насаждениях ПП 1, 2 и 3 накопилось уже довольно много деревьев ели: 248–416 шт./га (или 30,3–63,8 % от общей густоты). Смена березы на ель в качестве преобладающей породы является предсказуемой и благоприятной, так как ценность еловой древесины выше березовой. Следовательно, на данных участках следует проводить лесохозяйственные мероприятия, способствующие росту и развитию елового подроста (Eerikäinen et al., 2014; Дебков, Булатова, 2016). Такие насаждения должны назначаться в рубку в первую очередь (Дерюгин, 2021).

В 30-летнем березняке процесс накопления ели под пологом начался относительно недавно, поэтому ель представлена только подростом. Однако к возрасту спелости и в нем следует ожидать формирования второго яруса древостоя с преобладанием ели.

Выводы

1. Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный подрост под пологом исследуемых древостоев варьирует в пределах от 0,6 до 3,5 тыс. шт./га.

2. Под пологом березовых древостоев возрастом 80 лет и старше преобладает крупный и средний жизнеспособный подрост ели сибирской, а под пологом 30-летнего березняка – средний и мелкий подрост сосны обыкновенной.

3. С увеличением относительной полноты древостоя зафиксировано уменьшение количества подроста. При этом уменьшение его количества происходит за счет снижения доли мелкого и среднего подроста.

4. На одной из пробных площадей (ПП 2) сформировался второй ярус древостоя с преобладанием ели. На ПП 1 и 3 ель, достигшая возраста 50 лет, уже входит в состав древостоя, и через несколько лет, когда увеличится сумма площадей сечений данной породы, также можно будет выделить второй ярус с преобладанием ели.

5. На исследованных участках следует ожидать смены березняков на ельники. В связи с этим в березняках необходимо проводить лесохозяйственные мероприятия, способствующие росту и развитию елового подроста.

Список источников

- Белов Л. А., Вараксина Р. А. Лесообразовательный процесс на сплошных вырубках Сысертского лесничества // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 3 (66). С. 37–44.
- Белов Л. А., Фефелова И. А. Сохранность подроста предварительной генерации в сосновых насаждениях ягодникового типа леса, пройденных выборочными рубками // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 4 (67). С. 13–20.
- Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения / Н. Н. Теринов, Е. М. Андреева, С. В. Залесов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 3 (375). С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23
- Дебков Н. М., Булатова А. А. Особенности возобновления под пологом березняков южной тайги Томской области // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 1 (56). С. 17–24.
- Дебков Н. М., Грязькин А. В., Ковалев Н. В. Состояние предварительного возобновления под пологом березняков средней тайги в условиях Томской области // Леса России и хозяйство в них. 2015. № 1 (52). С. 24–32.
- Дерюгин А. А. Формирование еловых древостоев в парцеллярных структурах с одинаковой густотой предварительной генерации ели после рубки березняка // Сибирский лесной журнал. 2021. № 2. С. 96–102. DOI: 10.15372/SJFS20210209

- Казанцев С. Г., Залесов А. С. Естественное возобновление под пологом березовых древостоев и возрастная динамика их состава // Леса Урала и хозяйство в них. 2004. № 24. С. 66–70.
- 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.
- Обеспеченность производных березняков подростом предварительной генерации / А. И. Чермных, О. Н. Сандаков, В. В. Савин [и др.] // Аграрное образование и наука. 2016. № 2. С. 68.
- Основы фитомониторинга : учеб. пособие. Изд. 3-е, доп. и перераб. / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
- Помазнюк В. А., Залесов А. С. Влияние различных способов рубок на лесовозобновление в производных березняках на Среднем Урале // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2007. № 8. С. 50–57.
- 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: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.11.2023).
- Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск : Наука, 2009. 163 с.
- Теринов Н. Н. Концепция трансформации производных мягколиственных насаждений в темнохвойные с целью повышения продуктивности лесов Урала : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Теринов Николай Николаевич. Екатеринбург, 2014. 44 с.
- Erikäinen K., Valkonen S., Saksa T. Ingrowth, survival and height growth of small trees in uneven-aged Picea abies stands in southern Finland // Forest Ecosystems. 2014. № 1. P. 1–10.
- Shen C., Nelson A. S. Natural conifer regeneration patterns in temperate forests across the Inland Northwest, USA // Annals of Forest Science. 2018. № 75. № 2. P. 1–16.

References

- Basics phytomonitoring : study guide. 3rd edition, expanded and revised / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [et al.]. Yekaterinburg, 2020. 90 p.
- Belov L. A., Varaksina R. A. Forest-formation process in solid Sysertsy forest clearings // Forests of Russia and economy in them. 2018. № 3 (66). P. 37–44. (In Russ.)
- Belov L. A., Fefelova I. A. The safety of the undergrowth of preliminary generation in pine plantations jagodnikov forest types traversed by selective cutting // Forests of Russia and economy in them. 2018. № 4(67). P. 13–20. (In Russ.)
- Debkov N. M., Bulatova A. A. Features of the regeneration under the canopy of birch forests of the southern taiga of Tomsk region // Forests of Russia and economy in them. 2016. № 1 (56). P. 17–24. (In Russ.)
- Debkov M. N., Gryazkin A. V., Kovalev N. V. The state of regeneration under the canopy of birch forests in the middle taiga conditions of Tomsk region // Forests of Russia and economy in them. 2015. № 1 (52). P. 24–32. (In Russ.)
- Deryugin A. A. Formation of spruce tree stands in parcellar structures with the same density of preliminary spruce generation after felling birch stand // Siberian Journal of Forest Science. 2021. № 2. P. 96–102. DOI: 10.15372/SJFS20210209 (In Russ.)
- Erikäinen K., Valkonen S., Saksa T. Ingrowth, survival and height growth of small trees in uneven-aged Picea abies stands in southern Finland // Forest Ecosystems. 2014. № 1. P. 1–10.
- Kazantsev S. G., Zalesov A. S. Natural regeneration under the canopy of birch stands and age dynamics of their composition // Forests of the Urals and economy in them. 2004. № 24. P. 66–70. (In Russ.)

- Kazantsev S. G., Zalesov S. V., Zalesov A. S.* Optimization of forest management in derived birch forests of the Middle Urals. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2006. 156 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation of December 29, 2021 № 1024 “On approval of the Rules for reforestation, the form, composition, procedure for approving a reforestation project, the grounds for refusing to approve it, as well as requirements for the format in the electronic form of a reforestation project”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 15.11.2023).
- Pomaznyuk V. A., Zalesov A. S.* Different felling methods influence on forest re-generation in the derived birch forests located in the Middle Urals // Forestry Bulletin. 2007. № 8. P. 50–57. (In Russ.)
- Provision of derivative birch stands with preliminary generation undergrowth / *A. I. Chermnykh, O. N. Sandakov, V. V. Savin* [et al.] // Agrarian education and science. 2016. № 2. P. 68. (In Russ.)
- Restoration of spruce forests: theory, national practice and problem solving / *N. N. Terinov, E. M. Andreeva, S. V. Zalesov* [et al.] // Russian Forestry Journal. 2020. № 3. P. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23 (In Russ.)
- Sedykh V. N.* The Forest Formation Process. Novosibirsk : Nauka Publ., 2009. 163 p.
- Shen C., Nelson A. S.* Natural conifer regeneration patterns in temperate forests across the Inland Northwest, USA // Annals of Forest Science. 2018. № 75. № 2. P. 1–16.
- Terinov N. N.* The concept of transformation of the secondary deciduous forest stands into dark coniferous forest stands to order to increase the forest productivity in the Urals : Dr. Agric. Sci. Diss. Abs. Yekaterinburg, 2014. 44 p.

Информация об авторах

- А. И. Сюваткин – магистрант;*
А. Е. Осипенко – кандидат сельскохозяйственных наук;
К. А. Николаев – магистрант;
Д. В. Гилязова – магистрант;

Information about the authors

- A. I. Syuvatkin – master’s degree;*
A. E. Osipenko – Candidate of Agricultural Sciences;
K. A. Nikolaev – master’s degree;
D. V. Gilyazova – master’s degree.

Статья поступила в редакцию 23.11.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 23.11.2023; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 13–22.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 13–22.

Научная статья

УДК 630*223:630*24:630*57

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.002

АНАЛИЗ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ ГАРИ В УСЛОВИЯХ УВАТСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Анастасия Васильевна Данчева¹, Сергей Вениаминович Залесов²,
Алина Ренатовна Янишева³

^{1,3} Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ a.dancheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5230-7288>

² zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

³ YanARR@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований особенностей естественного лесовозобновления гари малой площади (до 5 га) в Уватском лесничестве Тюменской области, приуроченном к Западно-Сибирскому южно-таежному равнинному лесному району. Успешность лесовозобновительного процесса изучалась на расстоянии 50 и 100 м от стены леса по методу учетных площадок. Анализ полученных данных свидетельствует о непрерывном равномерном процессе лесовосстановления на гари. Отмечается наличие всходов, самосева и подроста целевых пород всех высотных категорий. На изучаемой гари возобновление представлено тремя древесными породами – сосной, березой и осиной. По количественным показателям, согласно действующим нормативным документам, возобновление сосны оценивается как хорошее. По количеству всходов и подроста преобладает сосна. Установлено, что с увеличением расстояния от стены леса отмечается общая закономерность снижения количественных показателей всходов и подроста. Так, на расстоянии 100 м от стены леса происходит уменьшение количества всходов и подроста во всех категориях крупности в 1,5–2 раза в сравнении с аналогичными показателями на расстоянии 50 м от стены леса. Наблюдается преобладание жизнеспособного подроста сосны – до 85–90 % во всех высотных категориях. Данный показатель является основным в оценке успешности лесовосстановления гари на данном этапе развития. При этом подрост березы и осины в преобладающем количестве представлен сомнительными и нежизнеспособными экземплярами. В качестве лесохозяйственных мероприятий можно предложить проведение мониторинга за состоянием подроста и мероприятия по уходу за подростом.

Ключевые слова: гарь, естественное лесовозобновление, древесные породы, показатели подроста

Для цитирования: Данчева А. В., Залесов С. В., Янишева А. Р. Анализ естественного лесовозобновления гари в условиях Уватского лесничества Тюменской области // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 13–22.

Original article

ANALYSIS OF NATURAL REFORESTATION OF BURNED AREAS IN THE CONDITIONS OF THE UVATSK FORESTRY DEPARTMENT OF THE TYUMEN REGION

Anastasiya V. Dancheva¹, Sergey V. Zalesov², Alina R. Yanisheva³

^{1,3} Northern Trans-Urals State Agricultural University, Tyumen, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ a.dancheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5230-7288>

² zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

³ YanARR@mail.ru

Abstract. The results of features formations of post-fire pine undergrowth on burnt area of the south taiga zone of Western Siberia (for example, Uvatsk forestry department of the Tyumen region). Undergrowth was studied on tapes laid out parallel to the forest edges at a distance of 50 and 100. According to studies it is observed of reforestation continuity of burned areas. The presence of sprouting and undergrowth of the high- elevation categories «small», «medium» and «large» is noted. The burned areas reforestation with three tree species – pine, birch and aspen proceed. According to current specification, the pine natural regeneration is assessed as «normal». The amount of pine undergrowth is greater than the amount of birch undergrowth. To be at 100 m from forest edges the number of seedlings and undergrowth decreases by 1,5–2 times in comparison with the same indicators at 50 m from the forest edges. There is a predominance of vital pine undergrowth – up to 85–90 %. In taiga conditions, there is a sufficient amount of large-sized viable aspen undergrowth in sufficient quantity (up to 2,0 thousand pcs/ha).

Keywords: burnt area, natural reforestation, tree species, undergrowth indicators

For citation: Dancheva A. V., Zalesov S. V., Yanicheva A. R. Analysis of natural reforestation of burned areas in the conditions of the Uvatsk forestry department of the Tyumen region // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 13–22.

Введение

В современных условиях ведения лесного хозяйства, основанного на принципе рационального, непрерывного, неистощительного лесопользования, оценка успешности послепожарного лесовосстановления представляет собой один из актуальных вопросов. Это связано с условием обязательного прогнозирования естественных восстановительных процессов и комплексом исследований закономерностей динамики лесов на этапе их возобновления под воздействием факторов природного и антропогенного характера, а также анализом структурно-функциональных связей с внешними факторами окружающей среды (Танцырев, 2022; Станкевич, 2021; Влияние пожаров..., 2019; Носов, Данчева, 2021).

Роль лесных пожаров в процессе средообразования и лесовосстановления поврежденных лесных участков неоднозначна. Определяющими послепожарное восстановление лесов и их динамику факторами являются лесорастительные условия, параметры пожаров, формирующие «пирозкологические» режимы, и т. д. (Дружинин, Шитова, 2013; Малиновских, Савин, 2019; Буряк, Каленская, 2020; Габышева, 2023). В связи с этим возникает потребность в интерпретации этапов лесообразовательного процесса на горячих в конкретных условиях произрастания с постоянным его мониторингом и прогнозированием динамики развития лесов в изменившихся условиях.

Репродуктивная способность древесной растительности оценивается количественными

и качественными показателями естественного их возобновления и отражает степень адаптации к резко изменившимся условиям среды, а также устойчивость лесной экосистемы к антропогенным факторам (Эффективность..., 2023; Изменения..., 2022; Целитан и др., 2021; Лесовозобновление..., 2019; Богородская, 2016; Структурные особенности..., 2023). Успешность лесовозобновительного процесса во многом определяет структуру, функции и всю последующую динамику лесного биогеоценоза. Одним из условий успешности лесовосстановительного процесса гарей является использование зонально (подзонально)-типологической основы для анализа, учета состояния и прогноза ожидаемых результатов лесовосстановления, а также разработки лесохозяйственных мероприятий для сохранения и повышения формирующегося в этих условиях лесного насаждения.

Важное практическое значение знание процессов естественного лесовозобновления и формирования молодняков на гарях в конкретных лесорастительных условиях имеет с точки зрения своевременного проведения необходимых лесоводственных мероприятий, повышения устойчивости и продуктивности формирующихся насаждений.

Одним из негативных с лесоводственной точки зрения последствий лесного пожара является замена хозяйственно ценных лесообразующих пород на менее ценные, которая приводит к снижению выполнения соответствующих целевому назначению функций лесов.

На сегодняшний день лесоводственная эффективность лесовосстановления гарей в различных лесорастительных условиях в Тюменской области изучена недостаточно. В связи с этим исследование особенностей процесса лесовозобновления не покрытых лесом площадей, к которым относятся и гари, является одним из важных и весьма актуальных вопросов.

Целью данной работы является анализ особенностей послепожарного лесовосстановления гари малой площади (до 5 га) в эксплуатационных лесах Уватского лесничества Тюменской области.

Объекты

и методы исследования

Объектом являлась гарь, образовавшаяся после низового устойчивого пожара осенью 2017 г. в квартале 303, выделе 14 Чебутанского участкового лесничества Уватского лесничества Тюменской области. Площадь гари составляет 4,2 га. Тип леса до пожара – сосняк зеленомошниково-травяной. Состав – 10С+Б. Гарь очищена от древесины погибших в результате лесного пожара деревьев и оставлена под естественное зарастание.

Уватский район расположен в Тюменской области.

Климат на территории Уватского района характеризуется как континентальный с четко выраженными сезонами (Лесохозяйственный регламент, 2023). Зимний период сравнительно продолжительный со средней температурой в январе около -21°C . Летний период короткий и прохладный, средняя температура в июле – около $+15^{\circ}\text{C}$.

Рельеф местности преимущественно равнинный с отмечаемым чередованием небольших холмов, оврагов и речных долин. Гидрологическая сеть довольно хорошо развита.

По лесорастительному районированию лесные насаждения Уватского лесничества относятся к Западно-Сибирскому южно-таежному равнинному лесному району. Общая площадь лесничества составляет 4685,3 тыс. га. Чебутанское участковое лесничество, в котором располагается объект исследований, располагается в западной части Уватского лесничества в 35 км от поселка Уват. Его площадь составляет 238 957 га.

На лесные земли приходится до 53 % от общей площади лесничества, при этом покрытая лесом площадь составляет 97 % от площади лесных земель. В лесном фонде Уватского лесничества преобладают леса эксплуатационного назначения – 89 % от общей покрытой лесом площади. Основными лесообразующими породами являются сосна и береза, на долю которых приходится в среднем соответственно 38 и 37 % от покрытой лесом площади.

Исследования проведены во второй половине июля 2023 г. В процессе сбора экспериментального материала применялась методика сплошного

перечета всходов и подроста на учетных лентах, заложенных на расстоянии 50 и 100 м от стены леса (Данчева, 2023; Данчева и др., 2023). На учетных лентах через равное расстояние (5 м) закладывались учетные площадки размером 2 × 2 м. Оценка возобновительного процесса изучаемой гари проведена по данным заложенных 30 учетных площадок общей площадью 120 м².

В процессе перечета подрост всех древесных пород распределялся по высотным группам: мелкий (до 0,5 м), средний (0,5–1,0 м), крупный (свыше 1,0 м). По состоянию подрост делился на: жизнеспособный (Ж), сомнительный (С), нежизнеспособный (НЖ).

По результатам сбора данных определялся показатель встречаемости *P* подроста, %, который рассчитывался по формуле

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

где *N* – общее количество учетных площадок на пробной площади, шт.;

n – число площадок с наличием подроста, шт.

В расчете показателя встречаемости учитывался только жизнеспособный подрост. При этом руководствовались нормативными значениями

встречаемости подроста: 50 % и более – в сухих лесорастительных условиях, свыше 60 % – в свежих лесорастительных условиях.

Результаты исследований

Средние значения количественных показателей естественного возобновления изучаемой гари представлены в таблице.

По данным, представленным в таблице, лесовозобновление гари происходит главным образом двумя древесными породами – сосной и березой. При этом отмечается незначительное количество всходов и подроста осины, в среднем не превышающем 5–7 % от общего количества подроста.

Наличие всходов и подроста главной древесной породы – сосны – в большинстве высотных групп через 6 лет после лесного пожара подтверждает непрерывность естественного лесовозстановительного процесса на изучаемой гари на данном этапе развития.

С увеличением расстояния от стены леса отмечается снижение количества всходов всех древесных пород в 1,2–2,0 раза. Аналогичная закономерность просматривается при анализе подроста во всех высотных группах. Количество жизнеспособного подроста всех древесных пород с увеличением

Количественные показатели естественного возобновления гари
Уватского лесничества Тюменской области, шт./га
Quantitative indicators of natural regeneration of the Uvatsky forestry
of the Tyumen region, pcs./ha

Показатель возобновления Indicator renewals		Расстояние от стены леса, м Distance from the forest wall, m					
		50			100		
		Сосна Pine	Береза Birch	Осина Aspen	Сосна Pine	Береза Birch	Осина Aspen
Всходы Shoots		10200	4800	500	8200	3200	200
Подрост. Высотная группа Undergrowth. High-altitude group	Мелкий Small	25100	11800	1600	17200	6400	800
	Средний Average	14100	16400	1600	7000	8600	1000
	Крупный Large	–	2700	–	–	1100	–
Всего Total		39200	30900	3200	24200	16100	1800

расстояния от стены леса с 50 до 100 м уменьшается в среднем в 1,6–1,9 раза.

На основании разработанных В. Г. Нестеровым (1948) критериев оценки естественного возобновления леса возобновительный процесс исследуемой гари характеризуется как достаточный (хороший), превышающий необходимое значение показателя количества жизнеспособных всходов и подроста для всех возрастов (более 10 тыс. шт./га).

Согласно действующим нормативам, разработанным для отдельных регионов и лесорастительных зон по группам типов леса и лесорастительным условиям (Об утверждении правил..., 2020), лесовосстановление гари можно характеризовать как достаточное и успешное на данном этапе. Так, общее количество жизнеспособного подроста сосны на расстоянии 50 и 100 м от стены леса составляет 35,9 и 24,2 соответственно, что

превышает нормативные показатели (по сосне – 2,0 тыс. шт./га) в десятки раз.

В настоящее время дополнительные меры по лесовосстановительным работам на анализируемой гари не требуются. При этом, учитывая достаточно благоприятные лесорастительные условия района исследования и для предотвращения возможной смены пород, необходимо проводить мониторинг количества, состояния, роста и развития подроста березы и осины на данном лесном участке.

По данным, представленным на рис. 1 и 2, на расстоянии 50 и 100 м во всех высотных группах преобладает жизнеспособный подрост, на долю которого в среднем приходится до 60 % от общего количества подроста в каждой высотной группе. При этом преобладают жизнеспособные экземпляры всходов и подроста сосны.

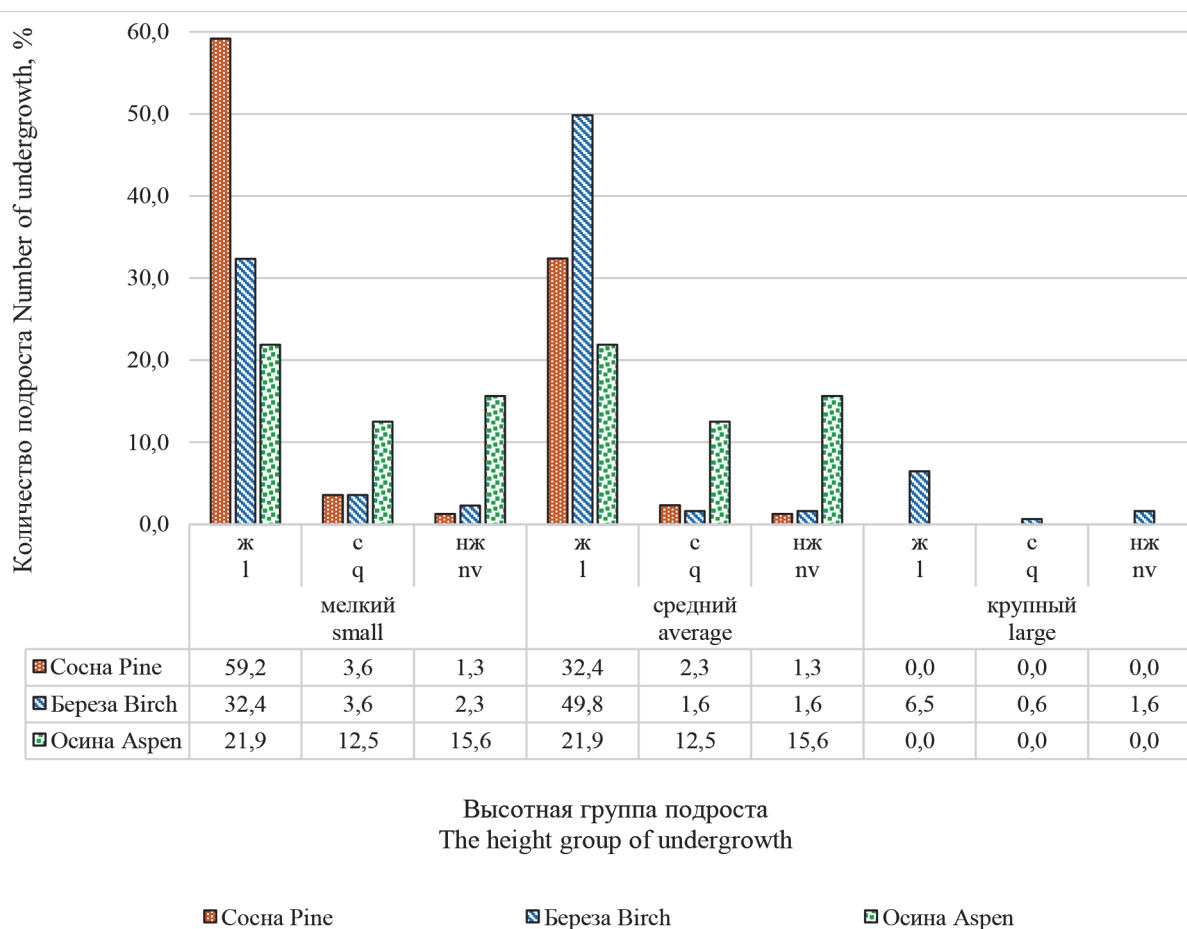


Рис. 1. Соотношение количества подроста древесных пород в высотных группах в зависимости от его общего количества на расстоянии 50 м от стены леса
 Fig. 1. The ratio of the amount of undergrowth of tree species in high-altitude groups, depending on its total amount at a distance of 50 meters from the forest wall

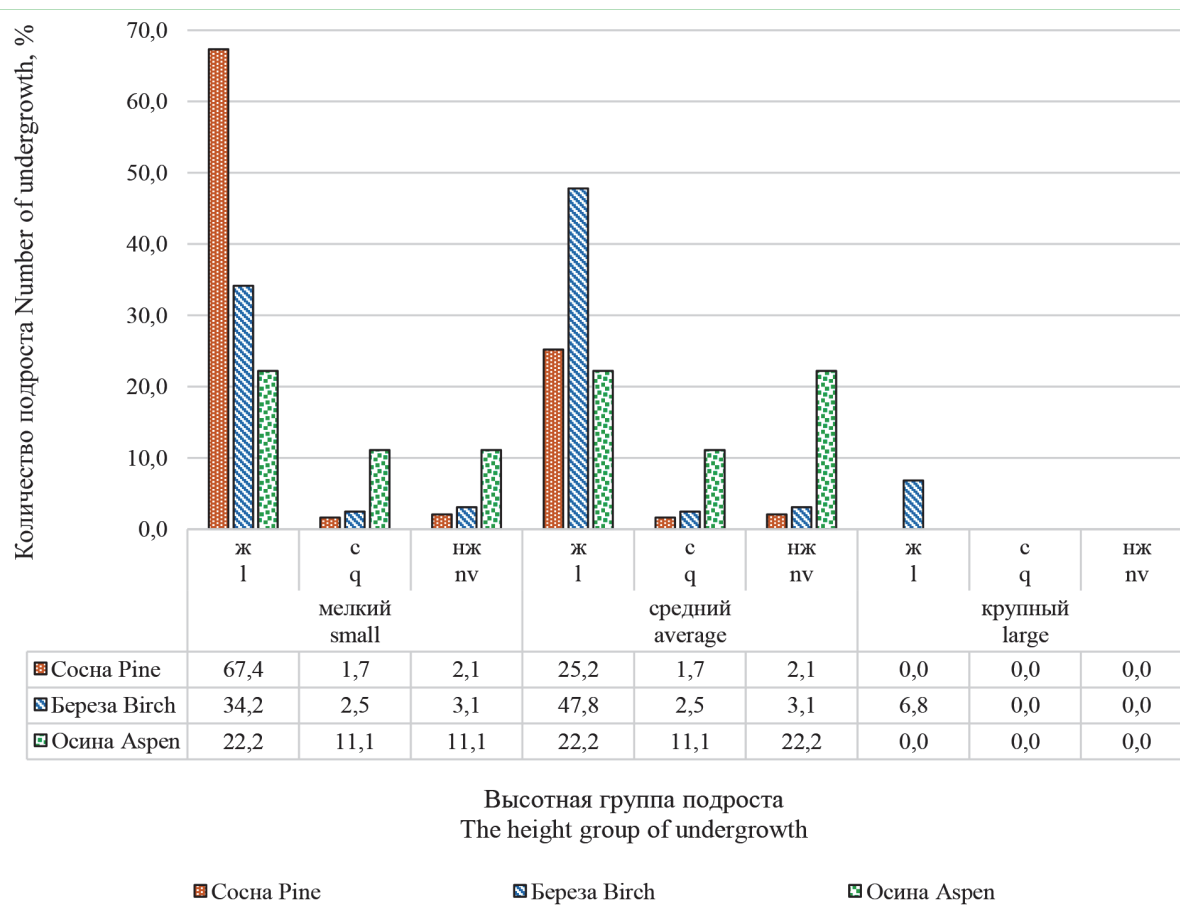


Рис. 2. Соотношение количества подроста древесных пород в высотных группах в зависимости от его общего количества на расстоянии 100 м от стены леса
Fig. 2. The ratio of the amount of undergrowth of tree species in high-altitude groups, depending on its total amount at a distance of 100 meters from the forest wall

В среднем ее показатели в 2–3 раза по всходам и в 1,3–1,6 раза по подросту больше в сравнении с аналогичными значениями березы и в 20–28 раз в сравнении с таковыми у осины.

Наряду с этим стоит отметить, что соотношение количества подроста сосны и березы в разных высотных группах различно.

Так, если в мелкой высотной группе по общему количеству жизнеспособного подроста преобладает сосна (более чем в 2–3 раза) в сравнении с таковым подростом березы, то в средней высотной группе наблюдается обратная ситуация. В данном случае количество жизнеспособного подроста березы в 1,2–1,3 раза больше. Крупный подрост сосны отсутствует, в то время как крупный подрост березы отмечается в количестве 1–2 тыс. шт./га (см. таблицу). Это можно объяснить спецификой вегетативного возобновления березы от пня на данном участке.

Количество жизнеспособного подроста осины в мелкой и средней высотной группе практически одинаково (см. рис. 1). Эта закономерность сохраняется на расстоянии 100 м (см. рис. 2).

По общему значению встречаемости подроста всех древесных пород и высотных категорий возобновление происходит равномерно по всей площади гари (рис. 3). Согласно данным сравнительного анализа показателя встречаемости жизнеспособного подроста по рассматриваемым древесным породам можно сделать вывод, что подрост главной породы – сосны – мелкой и крупной высотных групп размещен равномерно по всей площади гари.

Аналогичное утверждение можно сделать и для подроста березы. Встречаемость подроста осины на анализируемых расстояниях от стены леса неравномерная.

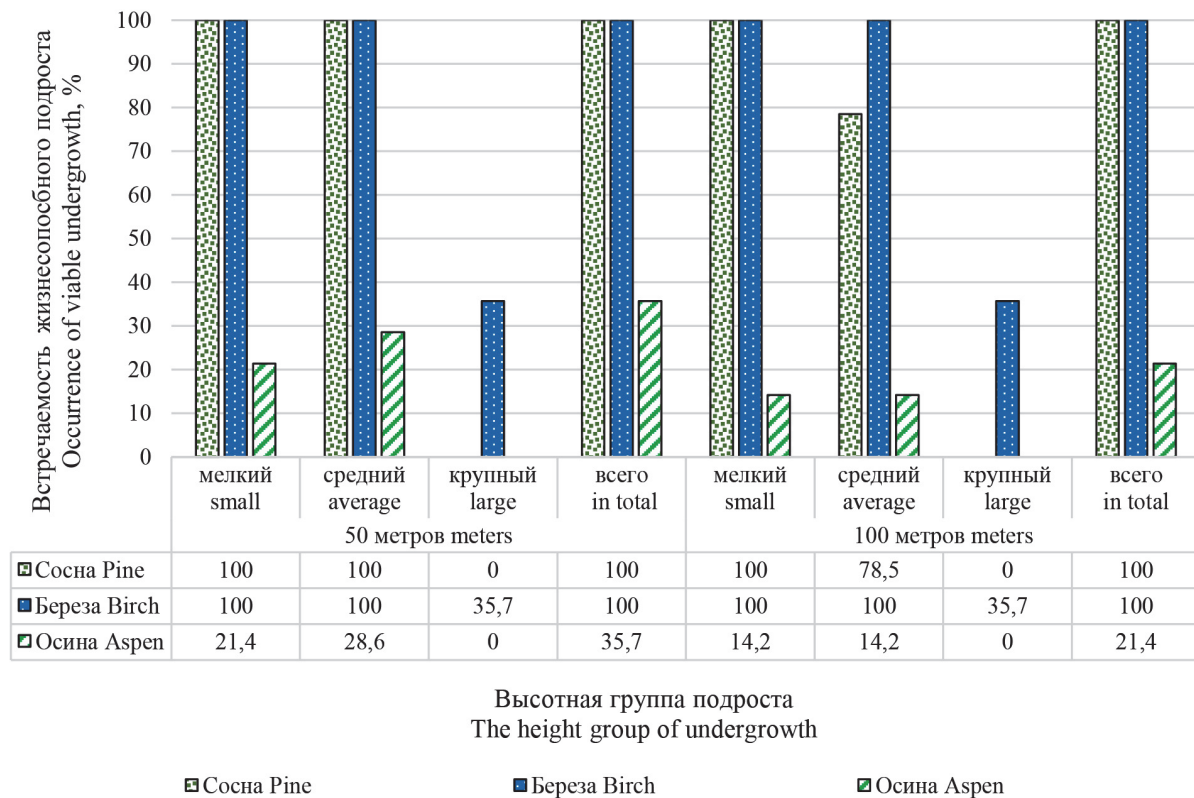


Рис. 3. Показатели встречаемости жизнеспособного подростa на исследуемой гари, %
Fig. 3. Indicators of the occurrence of viable undergrowth in the study area, %

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. На гари небольшой площади (до 5 га) в свежих лесорастительных условиях Уватского лесничества Тюменской области процесс естественного лесовосстановления за 6 лет послепожарного периода протекает довольно успешно.
2. Наличие всходов и подростa разных высотных категорий подтверждает непрерывность естественного лесовозобновительного процесса на изучаемой гари на данном этапе развития.
3. По количеству жизнеспособного подростa сосны, являющейся главной древесной породой на изучаемой гари, процесс естественного лесовосстановления можно характеризовать как достаточно успешный на данном этапе развития.
4. По общему количеству жизнеспособного подростa на гари преобладает мелкий по высоте подрост – в среднем 53 и 60 % на расстоянии 50 и 100 м от стены леса соответственно.
5. Во всех высотных группах подростa сосны и березы отмечается преобладание жизнеспособного подростa – до 85–95 % от общего количества

подроста каждой древесной породы. При этом наибольшее количество подростa осины во всех высотных группах характеризуется сомнительным и нежизнеспособным состоянием.

6. По общему количеству жизнеспособного подростa сосны, березы и осины на данном этапе лесовосстановления гари формируется состав в процентном соотношении 60:40:2 соответственно на расстоянии 50 и 100 м от стены леса.

7. Наличие на исследуемой гари всходов и подростa осины в количестве до 2,0 тыс. шт./га предполагает проведение дополнительных мероприятий для предотвращения в будущем смены пород. К ним можно отнести мониторинг за состоянием и количеством подростa осины и рубки ухода.

8. По общему показателю встречаемости подростa всех древесных пород и высотных категорий возобновление происходит равномерно по всей территории гари.

9. Для более детального анализа и получения достоверных данных о лесовосстановлении на гари исследуемого района необходимо продолжить исследование.

Список источников

- Богородская А. В.* Микробиологическая оценка состояния антропогенно нарушенных лесных экосистем Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 71–84. DOI: 10.15372/SJFS20160207
- Буряк Л. В., Каленская О. П.* Влияние пожаров на формирование насаждений Нижнего Приангарья Пушкино : Всерос. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лесн. хоз-ва, 2020. 140 с.
- Влияние пожаров на флористическое разнообразие сосновых лесов Восточного Забайкалья / *В. П. Макаров, О. Ф. Малых, И. В. Горбунов* [и др.] // Лесн. журн. 2019. № 1. С. 77–86. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.77
- Габышева Л. П.* Послепожарное лесовозобновление сосняков, прилегающих к тукуланам Лено-Виллоуского междуречья // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2023. № 28 (3). С. 477–486. DOI: 10.31242/2618-9712-2023-28-3-477-486
- Данчева А. В.* Рациональное лесопользование с основами таксации леса. Тюмень : Гос. аграрн. ун-т Сев. Зауралья, 2023. 100 с.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С.* Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2023. 146 с.
- Дружинин Ф. Н., Шитова К. А.* Лесоводственная оценка возобновления сосны на горях Бабаевского района Вологодской области // Молочнохозяйственный вестник. 2013. № 4 (12). С. 13–19.
- Изменения структуры и биоразнообразия лиственных лесов в верхнем течении р. Хилок (бассейн оз. Байкал) под воздействием пожаров / *В. П. Макаров, Т. В. Желибо, О. Ф. Малых* [и др.] // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 5. С. 54–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-5-54-63
- Лесовозобновление после пожаров разной интенсивности в сосняках Средней Сибири / *С. В. Жила, Г. А. Иванова, В. А. Иванов, П. А. Цветков* // Сибирский лесной журнал. 2019. № 6. С. 53–62. DOI: 10.15372/SJFS20190606
- Лесохозяйственный регламент Тюменской области Уватского лесничества. Тюмень, 2023. 357 с.
- Малиновских А. А., Савин М. А.* Естественное лесовосстановление на горях в ленточных борах Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. 37. № 3–4. С. 223–228.
- Нестеров В. Г.* Методика изучения естественного возобновления леса. Красноярск, 1948. 75 с.
- Носов А. А., Данчева А. В.* Особенности естественного лесовозобновления гари Урайского лесничества ХМАО // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 38–47. DOI: 10.51318/FRET.2021.66.66.005
- Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 1014 от 04.12.2020 // Консультант плюс: [сайт]. 2020. 164 с. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 08.05.22).
- Станкевич Т. С.* Прогнозирование пространственного поведения лесного пожара при неопределенности и нестационарности процесса // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 20–34. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-20-34
- Структурные особенности лесных фитоценозов формирующихся на скальниках после пожара / *А. В. Грязькин, О. И. Гаврилова, Тун Чэн, Е. А. Семенова* // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2023. Т. 27. № 3. С. 18–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-18-25
- Танцырев Н. В.* Начальная фаза формирования послепожарных горных кедровников на Северном Урале // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 5. С. 395–403. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-395-403
- Целитан И. А., Соколов В. А., Данилин И. М.* Структура и рост насаждений, формирующихся на горях и вырубках в Красноярском Приангарье // Сибирский лесной журнал. 2021. № 4. С. 34–47. DOI: 10.15372/SJFS20210403

Эффективность естественного и искусственного лесовосстановления на горях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / *К. А. Башегуров, Л. А. Белов, С. В. Залесов* [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2 (85). С. 4–15. DOI: 10.51318/FRET.2023.39.51.001

References

- Bogorodskaya A. V.* Microbiological assessment of technogenically disturbed forest ecosystems in Central Siberia // *Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science)*. 2016. № 2. P. 71–84. DOI: 10.15372/SJFS20160207 (In Russ.)
- Buryak L. V., Kalenskaya O. P.* The influence of fires on the formation of plantings of the Lower Angara region, Pushkino : All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization, 2020. 140 p.
- Dancheva A. V.* Rational forest management with the basics of forest taxation. Tyumen : State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2023. 100 p.
- Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S.* Forest ecological monitoring, Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2023. 146 p.
- Dryzhinin F. N., Shitova K. A.* Silvicultural estimation of the fir reproduction on the burnt-out forests in the Babaevskiy district of the Vologda region // *Dairy Bulletin*. 2013. № 4 (12). P. 13–19. (In Russ.)
- Efficiency of natural and artificial reforestation in the burnt out areas of the West Siberian North Taiga lowland forest region / *K. A. Bashegurov, L. A. Belov, S. V. Zalesov* [et al.] // *Forests of Russia and economy in them*. 2023. № 2. P. 4–15. DOI: 10.51318/FRET.2023.39.51.001 (In Russ.)
- Forestry regulations of the Tyumen region of the Uvat Forestry. Tyumen, 2023. 357 p.
- Gabysheva L. P.* Post-fire reforestation of pine forests adjacent to the tukulans of the Lena-Vilyui interfluve // *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2023. № 28 (3). P. 477–486. DOI: 10.31242/2618-9712-2023-28-3-477-486 (In Russ.)
- Influence of Fires on Pine Forest Floristic Diversity of the Eastern Transbaikal Territory / *V. P. Makarov, O. F. Malykh, I. V. Gorbunov* [et al.] // *Lesnoy Zhurnal [Forestry Journal]*. 2019. № 1. P. 77–86. DOI: 10.17238/ issn0536-1036.2019.1.77 (In Russ.)
- Izmeneniya struktury i bioraznoobraziya listvennichnykh lesov v verkhnem techenii r. Khilok (basseyn oz. Baykal) pod vozdeystviem pozharov [Structure and biodiversity changes affected by fires in larch forests at Khilok river (lake basin. Baikal) upstream flow] / *V. P. Makarov, T. V. Zhelibo, O. F. Malykh* [et al.] // *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022. Vol. 26. № 5. P. 54–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-5-54-63 (In Russ.)
- Malinovskiyh A. A., Savin M. A.* Natural reforestation of burned areas in pine forests of Western Siberia // *Conifers of the boreal area*. 2019. Vol. XXXVII. № 3–4. P. 223–228. (In Russ.)
- Nesterov V. G.* Methods of studying the natural renewal of the forest. Krasnoyarsk, 1948. 75 p.
- Nosov A. A., Dancheva A. V.* Features of reforestation of burned areas in the Urais forestry de-partment of the Khanty-Mansi Autonomous Area // *Forests of Russia and economy in them*. 2021. № 3 (78). P. 38–47. DOI: 10.51318/FRET.2021.66.66.005 (In Russ.)
- On approval of the Rules of Reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for developing a reforestation project and Making changes to it : Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 1014: issued on 04.12.2020 // *Consultant Plus*. 2020. 28 p. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 08.05.2022). (In Russ.)
- Reforestation after fires of different intensity in pine forests of Central Siberia / *S. V. Zhila, G. A. Ivanova, V. A. Ivanov, P. A. Tsvetkov* // *Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.)*. 2019. № 6. P. 53–62. DOI: 10.15372/SJFS20190606 (In Russ.)

- Stankevich T. S.* Forecasting the Spatial Behavior of a Forest Fire at Uncertainty and Instability of the Process // *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2021. № 1. P. 20–34. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-20-34 (In Russ.)
- Strukturnye osobennosti lesnykh fitotsenozov formiruyushchikhsya na skal'nikakh posle pozhara [Structural features of forest phytocoenosis formed on rock plants after a fire] / *A. V. Gryaz'kin, O. I. Gavrilova, Tong Cheng, E. A. Semenova* // *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*. 2023. Vol. 27. № 3. P. 18–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-18-25 (In Russ.)
- Tantsyrev N. V.* The initial phase of the formation of post-fire Siberian stone pine mountain forests in the Northern Urals // *Conifers of the boreal area*. 2022. Vol. XL. № 5. P. 395–403. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-395-403 (In Russ.)
- Tselitan I. A., Sokolov V. A., Danilin I. M.* Structure and growth of the stands, formed in burns and cuttings in Krasnoyarsk Priangar'e // *Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.)*. 2021. № 4. P. 34–47. DOI: 10.15372/SJFS20210403 (In Russ.)

Информация об авторах

- A. B. Данчева* – доктор сельскохозяйственных наук;
C. B. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
A. P. Янишева – студент.

Information about the authors

- A. V. Danchev* – Doctor of Agricultural Sciences;
S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. R. Yanisheva – student.

Статья поступила в редакцию 01.02.2024; принята к публикации 06.03.2024.

The article was submitted 01.02.2024; accepted for publication 06.03.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 23–32.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 23–32.

Научная статья

УДК 630*23 (504.53.062.4)

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.003

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ПРЕДОСТАВЛЕННЫХ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

Татьяна Сергеевна Воробьева¹, Леонид Александрович Белов²,
Кристина Валериановна Галка³, Елена Александровна Биатова⁴,
Екатерина Павловна Розинкина⁵

¹⁻⁵ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Леонид Александрович Белов,
belovla@m.usfeu.ru

Аннотация. Строительство объектов нефтегазодобычи часто связано с изъятием как лесных, так и нелесных земель. После окончания периода эксплуатации объекта арендатор обязан вернуть земли в лесной фонд, при этом они должны быть пригодны для дальнейшего использования в соответствии с их категорией до изъятия.

По окончании периода эксплуатации объектов участки земель подлежат обязательной рекультивации, так как являются источником отрицательного воздействия на окружающую среду, поскольку происходит увеличение площади техногенных участков.

Рекультивация проводится в два последовательно выполняемых этапа: технический на всей площади лесных и нелесных земель и биологический на участках лесных земель и отсыпанных болот. Виды, объемы и сроки работ по рекультивации указываются в соответствующем проекте.

Технический этап рекультивации предусматривает демонтаж всех сооружений, уборку мусора на всей территории после демонтажа объектов и чистовую планировку нарушенной поверхности. Приоритетным направлением биологической рекультивации нарушенных земель, принадлежащих лесному фонду, является лесовосстановление. Биологический этап рекультивации лесных земель направлен на будущее увеличение доли хвойных лесов и заключается в посадке под меч Колесова 2–3-летних сеянцев сосны обыкновенной в количестве 4000 шт./га.

По завершении комплекса рекультивационных работ осуществляется сдача рекультивированного участка лесничеству с обязательным подписанием акта приема-передачи лесного участка.

Ключевые слова: рекультивация, технический этап, биологический этап, планировка поверхности, посадка, сеянцы, саженцы

Для цитирования: Производственный опыт рекультивации нарушенных земель, предоставленных для осуществления геологического изучения недр / Т. С. Воробьева, Л. А. Белов, К. В. Галка [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 23–32.

Original article

PRODUCTION EXPERIENCE OF RECULTIVATION OF DISTURBED LANDS PROVIDED FOR GEOLOGICAL EXPLORATION OF THE SUBSOIL

Tatiana S. Vorobyova¹, Leonid A. Belov², Christina V. Galka³,
Elena A. Biatova⁴, Ekaterina P. Rozinkina⁵

¹⁻⁵ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Leonid A. Belov,
belovla@m.usfeu.ru

Abstract. The construction of oil and gas production facilities is often associated with the seizure of both forest and non-forest lands. After the end of the period of operation of the object, the lessee is obliged to return the land to the forest fund, while they must be suitable for further use in accordance with their category before withdrawal.

At the end of the period of operation of facilities, land plots are subject to mandatory reclamation, as they are a source of negative impact on the environment, since there is an increase in the area of technogenic sites.

Reclamation is carried out in two successive stages: technical on the entire area of forest and non-forest lands and biological on areas of forest lands and filled swamps. Types, volumes and terms of reclamation works are specified in the corresponding project.

The technical stage of reclamation provides for the dismantling of all structures, garbage collection throughout the territory after the dismantling of objects and the finishing layout of the disturbed surface. The priority direction of biological reclamation of disturbed lands belonging to the forest fund is reforestation. The biological stage of reclamation of forest lands is aimed at the future increase in the share of coniferous forests and consists in planting 2–3-year-old seedlings of common pine under the sword of Kolesov, in the amount of 4000 pcs/ha.

Upon completion of the complex of reclamation works, the reclamation site is handed over to forestry with the mandatory signing of the act of acceptance and transfer of the forest site.

Keywords: reclamation, technical stage, biological stage, surface layout, planting, seedlings, seedlings

For citation: Production experience of reclamation of disturbed lands provided for geological exploration of the subsoil / T. S. Vorobyova, L. A. Belov, C. V. Galka [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 23–32.

Введение

Строительство объектов нефтегазодобычи оказывает антропогенное воздействие на почвы и растительность (Деградация..., 2002; Состояние..., 2002; Проблемы..., 2008; Морозов и др., 2010; Бачурина и др., 2020), связанное:

- с изменением характера землепользования;
- рубкой древесно-кустарниковой растительности (рис. 1);

– нарушением почвенно-растительного покрова на период строительства объектов и полным его уничтожением на период эксплуатации.

По окончании периода эксплуатации объектов участки земель подлежат обязательной рекультивации, так как являются источником отрицательного воздействия на окружающую среду, поскольку происходит увеличение площади техногенных участков.



Рис. 1. Участок с вырубленной древесно-кустарниковой растительностью, предназначенный для строительства объекта

Fig. 1. A plot with cut down tree and shrub vegetation intended for the construction of an object

Рекультивация нарушенных земель по сути своей направлена на охрану окружающей среды, является природоохранным мероприятием, вместе с тем и при проведении природоохранных мероприятий следует свести к минимуму негативное влияние применяемых технологий, используемой техники, материалов на окружающую среду (Формирование..., 2013; Рекультивация..., 2018; Осипенко и др., 2022; Лесохозяйственное направление..., 2023; Петров и др., 2023).

Основной принцип выбора способов технических средств и организации рекультивационных работ – «не навреди». Значение этого принципиального подхода возрастает многократно на болотах и мерзлоте, поскольку они крайне ранимы в случае применения тяжелых технических средств в бесснежный и безморозный период.

Цель, объекты

и методика исследований

Цель исследований – описать производственный подход к рекультивации площадных объектов в районе нефтегазодобычи в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Рекультивация земель – комплекс работ, направленный на восстановление нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды (Залесов и др., 2022).

Цель проводимых работ по рекультивации – подготовка земель к дальнейшему использованию (восстановление растительного покрова), защита земель от эрозии и заболачивания.

Выбор направления рекультивации определяется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59060–2020. Для рекультивации нарушенных земель лесного фонда, предназначенных для ведения лесного хозяйства, принято лесохозяйственное направление, обеспечивающее дальнейшее использование земель в соответствии с их категориями.

Рекультивация земель, нарушенных в процессе строительства и ликвидации объектов, производится по окончании нормативного срока функционирования объектов и их демонтажа. Работы по демонтажу объектов проводятся по отдельному проекту, разработанному и согласованному в установленном законом порядке на момент прекращения деятельности объектов.

Работы по рекультивации земель проводят в соответствии с требованиями нормативных документов:

- ГОСТ Р 59057–2020. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель;
- ГОСТ 17.5.3.05–84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию;
- Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах»;
- ГОСТ Р 57446–2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия;
- ГОСТ Р 59060–2020. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации;
- ГОСТ Р 59057–2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель;
- Постановление Правительства РФ от 10.07.18 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель».

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно требованиям ГОСТ Р 57446–2017, рекультивация проводится в два последовательно выполняемых этапа: технический на всей площади лесных и нелесных земель и биологический на участках лесных земель и отсыпанных болот.

Работы по рекультивации земель осуществляются в основном в течение 6–7 мес. (таблица). Основной объем работ приходится на летние месяцы.

Технический этап рекультивации включает в себя мероприятия по подготовке поверхности для проведения биологического этапа с учетом выбранного направления рекультивации земель и для последующего целевого назначения и разрешенного использования.

Технический этап предусматривает комплекс работ по ликвидации источников и последствий негативного воздействия на земли, включая перемещение грунтов и горных пород, планировку рельефа, снятие и нанесение плодородного слоя почвы и/или почвогрунтов, устройство гидротехнических и мелиоративных систем, а также

Виды и сроки работ по рекультивации нарушенных земель
Types and terms of work on recultivation of disturbed lands

Состав работ Composition of works	Машины и механизмы Machines and mechanisms	Время проведения работ Time of work
Демонтаж всех сооружений и уборка мусора Dismantling of all structures and garbage collection	Ручной труд Manual labor	Апрель-май April-may
Грубая планировка Rough layout	Автогрейдер 99 кВт Motor grader 99 kW	Июнь-июль June-july
Чистовая планировка нарушенных земель лесного фонда Finishing planning of the disturbed lands of the forest fund	Автогрейдер 99 кВт Motor grader 99 kW	Июнь-июль June-july
Глубокая безотвальная вспашка Deep non-tilling plowing	Зубовая борона на базе трактора ДТ-75 Tooth harrow based on the DT-75 tractor	Июнь-июль June-july
Дискование в 2 прохода по ширине срезки глубиной до 20 см Disking in 2 passes along the width of the cut with a depth of up to 20 cm		
Культивация с одновременным боронованием в 2 следа Cultivation with simultaneous harrowing in 2 tracks		
Искусственное лесовосстановление ручная посадка саженцев сосны Artificial reforestation manual planting of pine seedlings	Меч Колесова Kolesov 's Sword	Июнь-сентябрь June-september
Сдача участка: подготовка пакета документов для сдачи участка Delivery of the plot: preparation of a package of documents for the delivery of the plot	–	Сентябрь September

проведение других работ, создающих необходимые условия для дальнейшего восстановления и последующего использования таких земель в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием.

Мероприятия по техническому этапу рекультивации на участках земель долгосрочной аренды выполняются сразу же по окончании нормативного срока действия договора аренды и функционирования объектов.

Технический этап рекультивации, согласно ГОСТ 59057–2020, предусматривает следующие виды работ:

- демонтаж всех сооружений и уборка мусора на всей территории после демонтажа объектов;
- чистовая планировка нарушенной поверхности участков земель.

Внешний вид участка с чистовой планировкой нарушенной поверхности представлен на рис. 2.

Биологический этап рекультивации – комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление почвенно-растительного слоя, утраченного в процессе строительства, и защиту почв от эрозионных процессов. Биологический этап рекультивации проводится по

окончании производства работ технического этапа рекультивации.

Согласно ГОСТ Р 59057–2020, земельные участки в период осуществления биологической рекультивации в лесохозяйственных целях должны проходить стадию мелиоративной подготовки, в том числе содействие естественному лесовосстановлению.

В случае если в границах рекультивируемого лесного участка располагались объекты, указанные в ч. 2 ст. 13 и ч. 1 ст. 21 Лесного кодекса Российской Федерации, для строительства, реконструкции и эксплуатации которых были вырублены лесные насаждения и на площади, равной площади вырубленных лесных насаждений, были выполнены работы по лесовосстановлению или лесоразведению в соответствии с ч. 1 ст. 63.1 Лесного кодекса РФ, работы по лесовосстановлению или лесоразведению при осуществлении биологических мероприятий по рекультивации земель на такой площади в границах рекультивируемого участка не проводятся (О внесении изменений..., 2019). Для посадки используются саженцы, выращенные из районированных семян лесных насаждений, соответствующие требованиям, установленным



Рис. 2. Чистовая планировка нарушенной поверхности участка земли
Fig. 2. The final layout of the disturbed surface of the land plot

в соответствии с Федеральным законом от 30.12.2021 № 454-ФЗ (О семеноводстве, 2021). При сдаче земель арендатор должен предоставить паспорт на посадочный материал и сертификат на семена.

Параметры используемого для лесовосстановления посадочного материала сосны обыкновенной должны соответствовать требованиям, указанным в прил. 9, табл. 1 Правил лесовосстановления (Об утверждении Правил лесовосстановления..., 2021)

Посадка лесных культур черенками, саженцами с открытой корневой системой осуществляется весной, до начала разворачивания почек у черенков, сеянцев. Посадка лесных культур сеянцами, саженцами с закрытой корневой системой осуществляется весной, летом и осенью, за исключением засушливых периодов, и осенью не позднее чем за 2 недели до устойчивого замерзания почвы, за исключением участков с переувлажненными, глинистыми и тяжелыми суглинистыми избыточно увлажненными почвами.

Лесоразведение на болотах должно выполняться только на отсыпанной грунтом площади, пригодной для приживаемости сеянцев или саженцев, а также в случае доступности для рабо-

ты соответствующей техники, отсутствии в почве вредных для древесно-кустарниковой растительности организмов. Мероприятия по лесоразведению и лесовосстановлению в случае обводнения участка не производятся.

Пригодность заявленной площади для мероприятий по лесоразведению определяется согласно приказу Минприроды России от 20.12.2021 № 978 путем обследования земель уполномоченными лицами государственных органов исполнительной власти (Об утверждении Правил лесоразведения..., 2021).

В условиях естественного возобновления лесов прогрессирует тенденция вытеснения хвойных пород лиственными. Поэтому лесовосстановление направлено на увеличение доли хвойных лесов.

Наиболее перспективной лесобразующей породой в условиях сурового климата северных широт является сосна, которая имеет умеренно глубокую корневую систему, легко приживается в любых условиях.

Для посадки используются 2–3-летние сеянцы сосны, приобретенные в питомниках (рис. 3). Норма посадки саженцев сосны обыкновенной принимается 4000 шт./га.



Рис. 3. Биологический этап рекультивации, посаженные сеянцы сосны обыкновенной
Fig. 3. Biological stage of reclamation, planted seedlings of scots pine

При посадке глубина заделки корневой шейки у саженцев от поверхности почвы должна быть не больше 2–3 см. Отклонение стволиков саженцев после посадки не должно превышать 25° от вертикали. Корневая система у саженцев заделывается при посадке без загиба и с необходимой степенью уплотнения почвы.

Посадка саженцев с помощью меча Колесова осуществляется двумя рабочими, которые работают в паре, – мечником и сажальщиком. Мечник работает с мечом Колесова и с его помощью проделывает щель в почве. Сажальщик в свою очередь несет посадочный материал (сеянцы) и закладывает их поодиночке в проделанную мечником щель. При этом сажальщик обязан следить, чтобы корни растений не переплетались и не загибались при посадке.

Мечник вводит меч в почву рядом со щелью и сеянцем на расстоянии 10 см и нажимает инструментом на себя, тем самым зажимая нижнюю часть корневой системы сеянца. Затем, не вынимая инструмента, отводит меч от себя и защемляет верхнюю часть растения и корневую шейку. Рядом с сеянцем остается второстепенная щель, которая заделывается аналогичным способом. Следует отнестись к посадке достаточно внимательно и исключить возможную полость в щели, корни сеянца должны быть крепко зажаты землей, в противном случае растение не приживется. Проверяется посадка сеянца пробой выдергивания его из заделываемой щели. Если сеянец без труда выходит, то посадка произведена не надлежащим образом.

Согласно приказу Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174, необходимо предусматривать установку стендов противопожарного и природоохранного содержания (Об утверждении Нормативов..., 2012).

По завершении комплекса рекультивационных работ осуществляется сдача рекультивированного участка лесничеству.

Приемка рекультивированных земель (земельного участка) лесного фонда осуществляется согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 г. № 800 (О проведении рекультивации..., 2018).

Приемка (передача) рекультивированных земель осуществляется после утвержденного графика

рекультивированных лесных участков лесничим либо лицом, его заменяющим. Основанием для включения в график рекультивированных земель является письменное обращение в лесничество организаций, сдающих в лесной фонд лесные земельные участки. Приемка рекультивированных участков осуществляется в присутствии сотрудников лесничества с участием представителя сдающей стороны с выездом на место. Сдача рекультивированного участка производится по акту осмотра рекультивируемого участка (лесного фонда), подписанного представителями лесничества и представителями (по доверенности) сдающей стороны.

Все расходы по работе представителей, принимающих лесной участок, включая обеспечение транспортом, несет сторона, сдающая земли. Приемка рекультивированных земель (земельного участка) лесного фонда производится в состоянии, пригодном для ведения лесного хозяйства, в соответствии со следующими требованиями:

- соответствие выполненных работ утвержденному проекту рекультивации нарушенных земель;
- очищение участка от временных строений, использованного технологического оборудования, строительных и бытовых отходов, мусора;
- качество планировочных работ;
- равномерность и мощность нанесенного плодородного слоя почвы;
- полнота выполнения требований экологических, агрономических, санитарно-гигиенических, строительных и других нормативов, стандартов и правил, на основании которых проектировались и проводились работы по рекультивации;
- качество выполнения природоохранных мероприятий, определенных проектом или условиями рекультивации нарушенных земель;
- обеспечение противопожарного обустройства территории участка рекультивации согласно «Правилам пожарной безопасности...».

В случае неявки представителя сдающей стороны при наличии сведений о своевременном извещении и отсутствии ходатайства о переносе срока выезда на место приемка рекультивированных земель может быть осуществлена в одностороннем порядке сотрудниками лесничества.

После результатов приемки рекультивированных земель представители лесничества вправе продлить или сократить срок восстановления плодородия почв (биологический этап), установленный проектом рекультивации, или внести предложения об изменении целевого использования сдаваемого участка в порядке, установленном земельным законодательством. Объект считается принятым после подписания акта приема-передачи лесного участка.

Выводы

Рекультивация нарушенных земель, предоставленных для осуществления геологического изучения недр, осуществляется в два этапа: технический на лесные и нелесные земли и биологический на участках лесных земель и отсыпанных болот.

На участках лесных земель должен быть выполнен комплекс технических работ: демонтаж всех сооружений и уборка мусора, грубая, затем чистовая планировка поверхности, глубокая безотвальная вспашка, дискование и культивация с одновременным боронованием. Технические работы выполняются в весенне-летний период.

Биологический этап рекультивации лесных земель направлен на будущее увеличение доли хвойных лесов и заключается в посадке под меч Колесова 2–3-летних сеянцев сосны обыкновенной, приобретенных в питомниках, с нормой посадки 4000 шт./га.

По завершении комплекса рекультивационных работ осуществляется сдача рекультивированного участка лесничеству с обязательным подписанием акта приема-передачи лесного участка.

Список источников

- 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. 67–77.
- ГОСТ Р 57446–2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. М., 2017. 22 с.
- ГОСТ Р 59057–2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель. М., 2020. 20 с.
- ГОСТ Р 59060–2020. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. М., 2020. 15 с.
- ГОСТ 17.5.3.05–84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию. М., 2020. 6 с.
- Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин [и др.]. Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. Вып. 1. 436 с.
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризолит-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.
- Лесохозяйственное направление рекультивации полигонов добычи рассыпного золота / А. И. Петров, В. С. Котова, Р. А. Осипенко, С. В. Залесов // *Леса России и хозяйство в них*. 2023. № 2 (85). С. 16–23. DOI: 10.51318/FRET.2023.27.61.002
- Морозов А. Е., Залесов С. В., Морозова Р. В. Эффективность применения различных способов рекультивации нефтезагрязненных земель на территории ХМАО – Югра // *ИВУЗ. Лесной журнал*. 2010. № 5. С. 36–42.
- Осипенко Р. А., Залесов С. В., Зарипов Ю. В. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе // *Лесохозяйственная информация*. 2022. № 4. С. 96–102. DOI: 10.24419/ZHI.2304-3083.2022.4.09

- О проведении рекультивации и консервации земель : постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- Об утверждении Правил лесоразведения, формы, состава, порядка согласования проекта лесоразведения, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесоразведения» : приказ Минприроды России от 20.12.2021 № 978. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- 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 : приказ Минприроды России от 29.12.2021 № 1024. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- Об утверждении Нормативов противопожарного обустройства лесов : приказ Рослесхоза от 27.04.2012 № 174. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- О семеноводстве : фед. закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- Петров А. И., Залесов С. В., Котова В. С.* Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 3. С. 15–20.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 07.03.2019 № 244 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 10 июля 2018 г. № 800». URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах». URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.10.2023).
- Проблемы рекультивации нарушенных земель при нефтегазоразведке / *А. Е. Морозов, С. В. Залесов, А. В. Капралов* [и др.] // Вестник Московского государственного университета, Лесной вестник. 2008. № 3 (60). С. 54–57.
- Рекультивация нарушенных земель на месторождении танкан-бериллия / *С. В. Залесов, Е. С. Залесова, Ю. В. Зарипов* [и др.] // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67.
- Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтегазодобычи / *И. В. Ставищенко, С. В. Залесов, Н. А. Луганский* [и др.] // Экология. 2002. № 3. С. 175–184.
- 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.

References

- Bachurina A. V., Zalesov S. V., Tolkach O. V.* Efficiency of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting // Ecology and industry of Russia. 2020. Vol. 24. № 6. P. 67–77. (In Russ.)
- Decree of the Government of the Russian Federation № 244 dated 07.03.2019 “On Amendments to the Decree of the Government of the Russian Federation № 800 dated July 10, 2018”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Decree of the Government of the Russian Federation of 10.07.2018 № 800 “On land reclamation and conservation”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Decree of the Government of the Russian Federation dated 07.10.2020 No. 1614 “On the approval of fire safety rules in forests”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Degradation and demutation of forest ecosystems in conditions of oil and gas production / *S. V. Zalesov, N. A. Kryazhevskikh, N. Ya. Krupinin* [et al.]. Yekaterinburg : USFEU, 2002. Release 1. 436 p.

- Federal Law “On Seed Production” dated 12/30/2021 № 454-FZ. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Forestry direction of recultivation of landfills of loose gold mining / *A. I. Petrov, V. S. Kotova, R. A. Osipenko, S. V. Zalesov* // Forests of Russia and agriculture in them. 2023. № 2 (85). P. 16–23. DOI: 10.51318/FRET.2023.27.61.002 (In Russ.)
- Formation of artificial plantings at the ash dump of Reftinskaya GRES / *S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev* [et al.] // IVOZ. Forest magazine. 2013. № 2. P. 66–73. (In Russ.)
- GOST R 57446–2017. The best available technologies. Reclamation of disturbed lands and land plots. Restoration of biological diversity. M., 2017. 22 p.
- GOST R 59057–2020. Environmental protection. Land. General requirements for recultivation of disturbed lands. M., 2020. 20 p.
- GOST R 59060–2020. Nature protection. Land. Classification of disturbed lands for reclamation. M., 2020. 15 p.
- GOST 17.5.3.05–84. Nature conservation. Land reclamation. General requirements for land use. M., 2020. 6 p.
- Morozov A. E., Zalesov S. V., Morozova R. V.* Efficiency of application of various methods of recultivation of oil-contaminated lands in the territory of KhMAO-Yugra // IVOZ. Forest magazine. 2010. № 5. P. 36–42. (In Russ.)
- Order of the Federal Forestry Agency of 27.04.2012 № 174 “On approval of Standards for fire-fighting arrangement of forests”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated December 29, 2021 № 1024 “On approval of the Rules of reforestation, form, composition, procedure for approval of the reforestation project, grounds for refusal to approve it, as well as requirements for the format in electronic form of the reforestation project”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 20.12.2021 № 978 “On approval of the Rules of afforestation, form, composition, procedure for approval of the afforestation project, grounds for refusal to approve it, as well as requirements for the format in electronic form of the afforestation project”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.25.2023).
- Osipenko R. A., Zalesov S. V., Zaripov Yu. V.* Efficiency of forestry direction of recultivation of worked clay quarries in the Middle Ural taiga forest area // Forestry information. 2022. № 4. P. 96–102. DOI: 10.24419/ZHI.2304-3083.2022.4.09 (In Russ.)
- Petrov A. I., Zalesov S. V., Kotova V. S.* The effectiveness of the creation of forest cultures of scots pine on draught dumps // Siberian Forest Journal. 2023. № 3. P. 15–20. (In Russ.)
- Problems of recultivation of disturbed lands during oil and gas exploration / *A. E. Morozov, S. V. Zalesov, A. V. Kapralov* [et al.] // Bulletin of the Moscow State University – Lesnoy Vestnik. 2008. № 3 (60). P. 54–57. (In Russ.)
- Recultivation of disturbed lands at the tankan-beryllium deposit / *S.V. Zalesov, E. S. Zalesova, Yu. V. Zaripov* [et al.] // Ecology and industry of Russia. 2018. Vol. 22. № 12. P. 63–67. (In Russ.)
- The state of communities of wood-destroying fungi in the oil and gas production area / *I. V. Stavishenko, S. V. Zalesov, N. A. Lugansky* [et al.] // Ecology. 2002. № 3. P. 175–184. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Osipenko R. A.* The experience of the forestry direction of recultivation of disturbed lands in the development of clay deposits, chrysolite-asbestos and rare earth ores. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2022. 282 p.

Информация об авторах

*Т. С. Воробьева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
vorobyevats@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9776-9689>*

*Л. А. Белов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
belovla@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6397-3681>*

К. В. Галка – магистр, galkakristina1987@gmail.com

Е. А. Биатова – магистр, elena_biatova252@mail.ru

Е. П. Розинкина – магистр, rozinkinaep@mail.ru

Information about the authors

*T. S. Vorobyova – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor;
vorobyevats@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9776-9689>*

*L. A. Belov – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor;
belovla@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6397-3681>*

C. V. Galka – master's degree, galkakristina1987@gmail.com

E. A. Biatova – master's degree, elena_biatova252@mail.ru

E. P. Rozinkina – master's degree, rozinkinaep@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.10.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 30.10.2023; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 34–40.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 34–40.

Научная статья

УДК 630*181.61:470.51/.54

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.004

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ *MALUS BACCATA* (L.) BORKH. КАК ПРИЗНАК ВНУТРИВИДОВОЙ АДАПТАЦИИ В ЛЕСНЫХ ПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Алексей Петрович Кожевников¹, Роман Витальевич Егоров²

¹ Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ kozhevnikova_gal@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-2716-7252](http://orcid.org/0000-0002-2716-7252)

² ro_man_1995@mail.ru, [http:// orcid.org/0009-0002-3974-0818](http://orcid.org/0009-0002-3974-0818)

Аннотация. Антропогенное давление на природные фитоценозы *Pinus silvestris* L. 14 лесных парков Екатеринбурга на площади 12 тыс. га приводит к их трансформации – отсутствию подроста, частичному исчезновению ценопопуляций аборигенных подлесочных видов *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask., *Rosa acicularis* Lindl. и др., усиленному разрастанию *Sorbus aucuparia* L. и к натурализации яблони ягодной – *Malus baccata* (L.) Borkh.

Поиск индикаторных морфогенетических признаков при таксономической дифференциации натурализовавшихся древесных интродуцентов является актуальным. Недостаточно изучен формообразовательный процесс, сопутствующий спонтанной гибридизации.

Цель исследований – внутривидовая дифференциация *M. baccata* (L.) Borkh. на основе относительных значений параметров листьев и фенотипической дистанции от среднего значения данных признаков генофонда *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. в лесных парках и озеленительных посадках Екатеринбурга.

Относительные значения параметров листьев двух видов яблони в виде оконтуренных зон из сгруппировавшихся таксонов *M. baccata* (L.) Borkh. и сортов *M. domestica* Borkh. указывают на генетическое родство ценопопуляций *M. baccata* (L.) Borkh. в лесном парке им. Лесоводов России, в озеленительных посадках ул. Юлиуса Фучика и микрорайона Солнечный. Данные таксоны сгруппированы вокруг общего центра, а их зоны наслаиваются друг на друга. Зона сортов *M. domestica* Borkh. не перекрывает общего центра, что выделяет ее как отдельный вид. Два сорта *M. domestica* Borkh. Приветный и Румянка Свердловская фенотипическими дистанциями отделены от других сортов. Сорт Приветный получен Л. А. Котовым от посева семян сорта Кизер Летний. Сорт Румянка Свердловская получен Л. А. Котовым от скрещивания сортов Апорт и Элиза Ратке.

Ключевые слова: *Malus baccata*, внутривидовая дифференциация, спонтанная гибридизация, индикаторные морфогенетические признаки, фенотипическая дистанция, ценопопуляция, интродуцент

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН» на базе УНУ.

Для цитирования: Кожевников А. П., Егоров Р. В. Относительные значения параметров листьев *Malus baccata* (L.) Borkh. как признак внутривидовой адаптации в лесных парках Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 34–40.

Original article

RELATIVE LEAF PARAMETERS OF *MALUS BACCATA* (L.) BORKH. AS AN INDICATOR OF INTRASPECIFIC ADAPTATION IN FOREST PARKS OF YEKATERINBURG

Alexey P. Kozhevnikov¹, Roman V. Egorov²

¹ Botanical Garden of The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ kozhevnikova_gal@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2716-7252>

² ro_man_1995@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0002-3974-0818>

Abstract. Anthropogenic pressure on natural *Pinus silvestris* L. phytocenoses of 14 forest parks in Yekaterinburg over an area of 12 thousand hectares leads to their transformation – the absence of undergrowth, the partial disappearance of the coenopopulations of aboriginal sub-forest species *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask., *Rosa acicularis* Lindl., etc., the increased proliferation of *Sorbus aucuparia* L., and the naturalization of the crabapple – *Malus baccata* (L.) Borkh.

The search for indicator morphogenetic features in the taxonomic differentiation of naturalized tree introducers is relevant. The formative process accompanying spontaneous hybridization is poorly studied.

The aim of the research is intraspecific differentiation of *M. baccata* (L.) Borkh. based on relative leaf parameter values and phenotypic distance from the average value of these features of the gene pool of *M. domestica* Borkh. and *M. baccata* (L.) Borkh. in forest parks and landscaping plantings in Yekaterinburg.

The relative values of the leaf parameters of two types of apple trees in the form of outlined zones from grouped taxa *M. baccata* (L.) Borkh. and varieties *M. domestica* Borkh. indicate the genetic relationship of the cenopopulations of *M. baccata* (L.) Borkh. in the Lesovodov Rossii Forest Park, in the landscaping plantings of Yulius Fuchik street and the Solnechny microdistrict. These taxa are grouped around a common center, and their zones overlap each other. The zone of varieties *M. domestica* Borkh. does not overlap the common center, which distinguishes it as a separate species. Two varieties of *M. domestica* Borkh., Privetny and Rummyanka Sverdlovskaya, are separated by phenotypic distances from other varieties. The Privetny variety was obtained by L. A. Kotov from sowing seeds of the Kizer Letniy variety. The Rummyanka Sverdlovskaya variety was obtained by L. A. Kotov from crossing the Aport and Eliza Ratke varieties.

Keywords: *Malus baccata*, intraspecific differentiation, spontaneous hybridization, indicator morphogenetic features, phenotypic distance, cenopopulation, introducer

Funding: the work was performed within the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” on the basis of USI.

For citation: Kozhevnikov A. P., Egorov R. V. Relative leaf parameters of *Malus baccata* (L.) Borkh. as an indicator of intraspecific adaptation in forest parks of Yekaterinburg // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 34–40.

Введение

Антропогенное давление на природные фитоценозы *Pinus silvestris* L. 14 лесных парков Екатеринбурга на площади 12 тыс. га приводит к их трансформации – отсутствию подроста, частичному исчезновению ценопопуляций аборигенных подлесочных видов *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask., *Rosa acicularis* Lindl. и др., усиленному разрастанию *Sorbus aucuparia* L. и к натурализации яблони ягодной – *Malus baccata* (L.) Borkh. (Кожевников и др., 2022).

M. baccata (L.) Borkh. активно заселяет открытые пространства лесных парков. Благодаря спонтанной гибридизации, высокой урожайности и распространению семян птицами наблюдается внутривидовая адаптация интродуцента и натурализация этого вида. Микроэволюционные преобразования древесного интродуцента происходят при внутривидовой дифференциации.

M. baccata (L.) Borkh. образует поселения на свободных субстратах. Образование ценопопуляций связано с появлением новых внутривидовых форм. Элементарной единицей микроэволюционного процесса является локальная популяция (Работнов, 1950; Уранов, Смирнова, 1969). Свободное опыление возвращает недостающие признаки для выживания в новых условиях.

Поиск индикаторных морфогенетических признаков при таксономической дифференциации натурализовавшихся древесных интродуцентов является актуальным. Недостаточно изучен формообразовательный процесс, сопутствующий спонтанной гибридизации.

Цель исследований – внутривидовая дифференциация *M. baccata* (L.) Borkh. на основе относительных значений параметров листьев и фенотипической дистанции от среднего значения данных признаков генофонда *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. в лесных парках и озеленительных посадках Екатеринбурга.

Согласно теории интродукции Н.И. Вавилова, внутривидовые таксоны вводимого в культуру вида могут быть наиболее приспособлены к новым условиям (Вавилов, 1987). О внутривидовой адаптации *M. baccata* (L.) Borkh. указывают внутривидовая дифференциация и фенотипическая

дистанция ее отдельных таксонов от общего центра генофонда культуры (Кожевников, 2023).

Материалы и методы исследования

Объектом исследований служили коллекция *M. domestica* Borkh. в Ботаническом саду УрО РАН и ценопопуляции *M. baccata* (L.) Borkh. в озеленительных посадках ул. Юлиуса Фучика, микрорайона Солнечный и в пяти лесных парках Екатеринбурга (Уктусский, Южный, Юго-Западный, им. Лесоводов России, Нижнеисетский).

Предлагаемый нами способ заключается в выделении таксонов *M. baccata* (L.) Borkh. по относительным значениям параметров листьев и фенотипической дистанции (расстояние от центра относительных значений параметров листьев от среднего значения генофонда *M. domestica* Borkh. и *M. domestica* Borkh.). Методикой работы предусмотрен сбор по 10 листьев с 18 сортов *M. domestica* Borkh. с 15 деревьев в каждом лесном парке.

Для каждого таксона в системе координат была поставлена точка, нахождение которой определялось по значению произведения длины на ширину листьев ($D \times Ш$) на вертикальной оси и значению отношения длины к ширине листьев ($D/Ш$) на горизонтальной. Полученные точки на графике, соответствующие таксонам яблони двух видов, соединены прямой с центральной точкой, соответствующей усредненному значению, относительных показателей генофонда *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. Расстояние от значения параметров листьев каждого таксона до среднего значения общего генофонда указывает на степень его генетической близости к генофонду *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. Полученные данные обрабатывались в статистико-графической системе Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Относительные значения параметров листьев двух видов яблони в виде оконтуренных зон из сгруппированных таксонов *M. baccata* (L.) Borkh. и сортов *M. domestica* Borkh. указывают на генетическое родство ценопопуляций *M. baccata* (L.) Borkh. в лесном парке им. Лесоводов России,

в озеленительных посадках ул. Юлиуса Фучика и микрорайона Солнечный (рис. 1). Данные таксоны сгруппированы вокруг общего центра, а их зоны наслаиваются друг на друга. Зона сортов *M. domestica* Borkh. не перекрывает общего центра, что выделяет ее как отдельный вид. Два сорта *M. domestica* Borkh. Приветный и Румянка Свердловская фенотипическими дистанциями отделены от других сортов. Сорт Приветный получен Л. А. Котовым от посева семян сорта Кизер Летний. Сорт Румянка Свердловская получен Л. А. Котовым от скрещивания сортов Апорт и Элиза Ратке (Кожевников и др., 1996; Сорта и агротехника..., 2005).

Вне основной зоны *M. baccata* (L.) Borkh. в лесном парке им. Лесоводов России оказались две формы. На ул. Юлиуса Фучика выделена одна форма, удаленная от основной зоны данного вида. Наибольшая фенотипическая дистанция установлена у одной формы *M. baccata* (L.) Borkh.

в озеленительных посадках микрорайона Солнечный.

Зона сортов *M. domestica* Borkh. частично перекрывает зону таксонов *M. baccata* (L.) Borkh. Южного лесного парка (рис. 2). В Южном лесном парке установлено три таксона *M. baccata* (L.) Borkh. с фенотипической дистанцией, указывающей на трансформацию выбранных нами индикаторных признаков.

Фенотипическую дистанцию за зоной основных представителей *M. baccata* (L.) Borkh. в Нижнеисетском лесном парке имеет один таксон.

В Уктусском лесном парке установлено четыре таксона с фенотипической дистанцией за пределами зоны сортов *M. baccata* (L.) Borkh. и *M. domestica* Borkh. (рис. 3).

В Юго-Западном лесном парке только две формы *M. baccata* (L.) Borkh. имеют фенотипическую дистанцию вне зоны основной ценопопуляции.

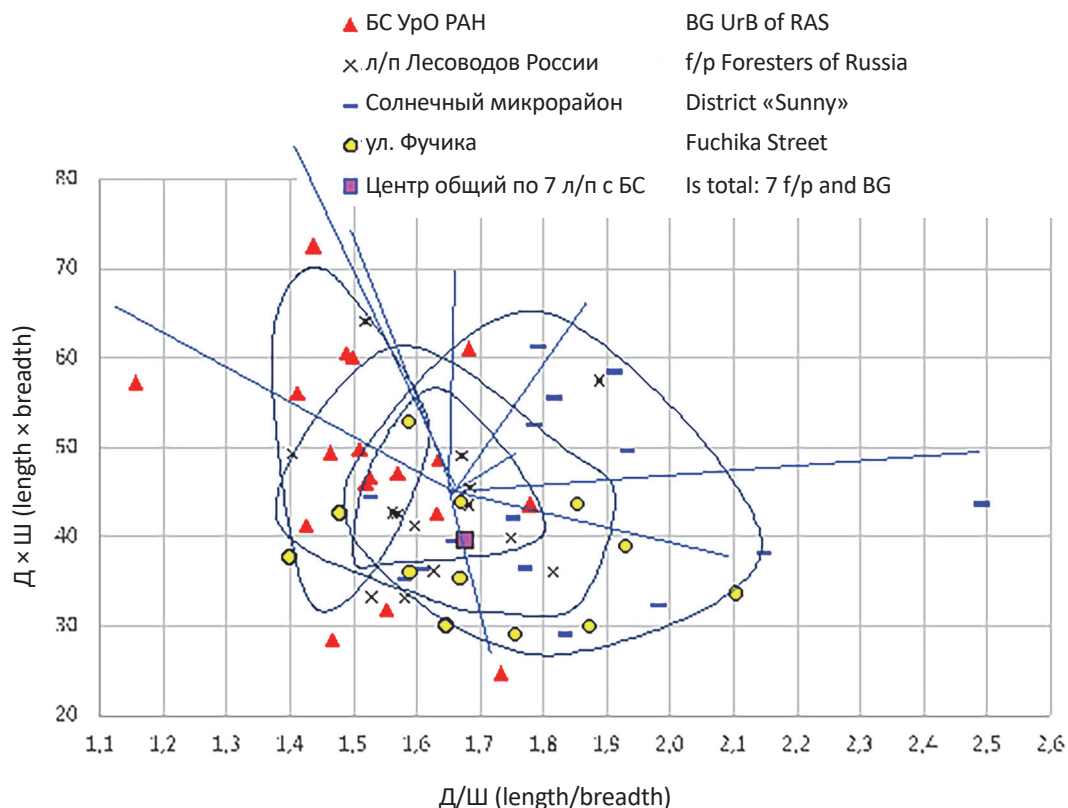


Рис. 1. Относительные значения параметров листьев *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. в лесном парке им. Лесоводов России, микрорайона Солнечный и ул. Юлиуса Фучика
 Fig. 1. The relative values of leaf parameters of *M. domestica* Borkh. and *M. baccata* (L.) Borkh. in Lesovodov Rossii forest park, Solnechny residential district and Yulius Fuchik street

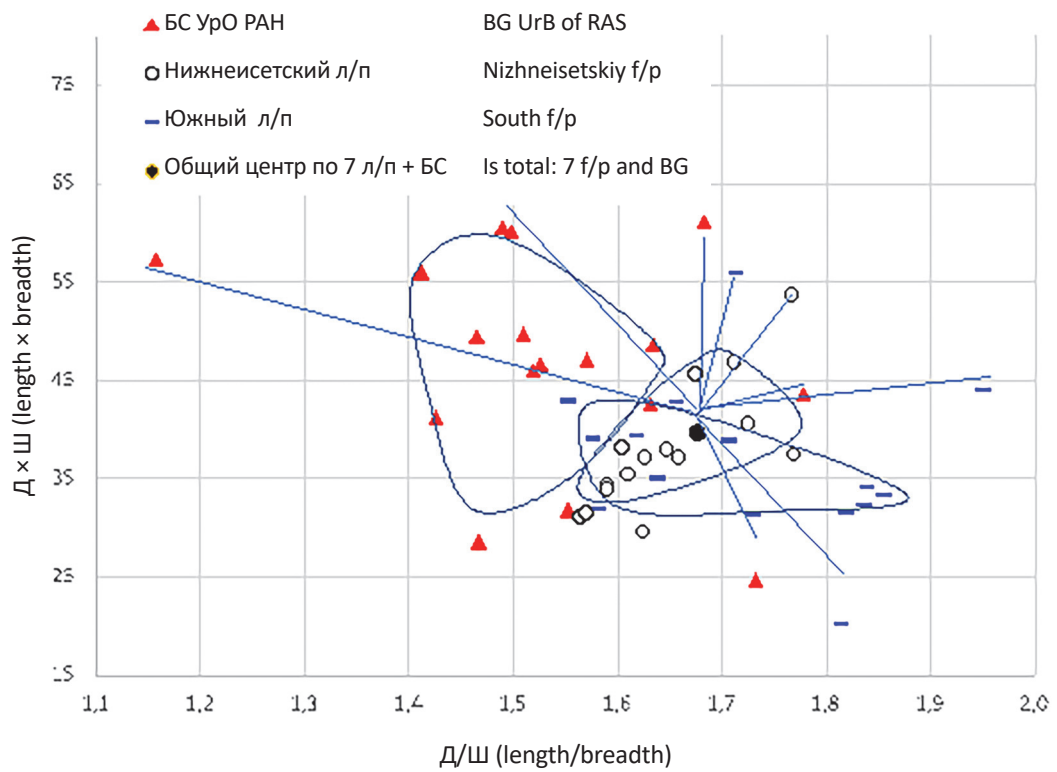


Рис. 2. Относительные значения параметров листьев *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. в Нижнеисетском и Южном лесных парках

Fig. 2. The relative values of leaf parameters of *M. domestica* Borkh. and *M. baccata* (L.) Borkh. in Nizhneisetsky and Yuzhny forest parks

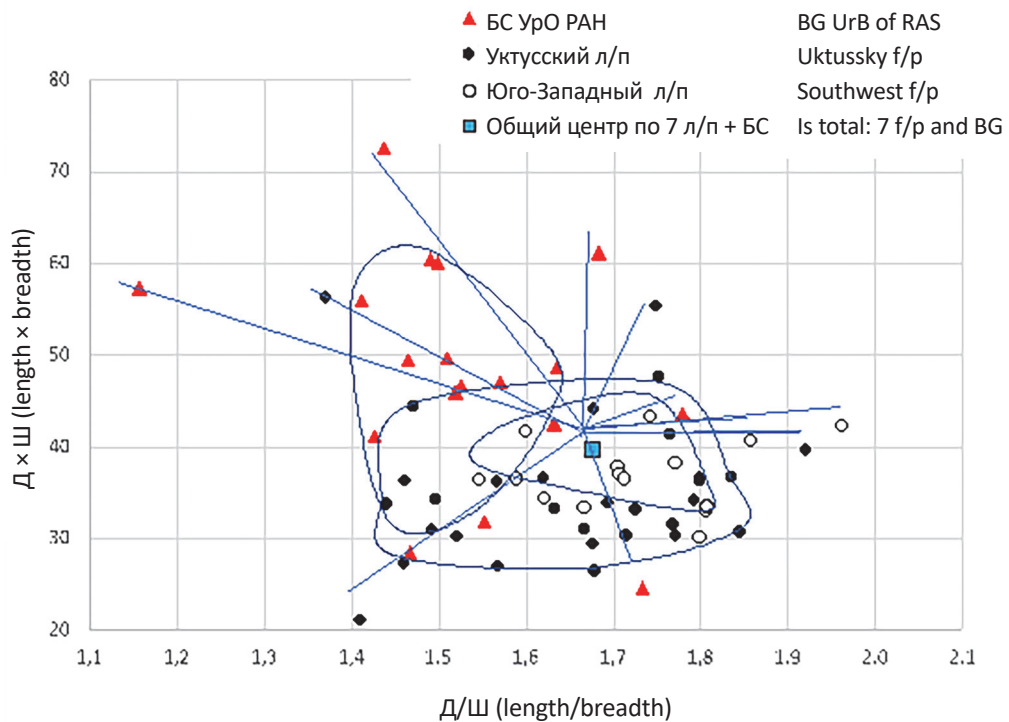


Рис. 3. Относительные значения параметров листьев *M. domestica* Borkh. и *M. baccata* (L.) Borkh. в Уктусском и Юго-Западном лесных парках

Fig. 3. The relative values of leaf parameters of *M. domestica* Borkh. and *M. baccata* (L.) Borkh. in Uktuskiy and Ugo-Zapodny forest parks

Выводы

Относительные значения параметров листьев *M. baccata* (L.) Borkh. могут быть индикаторными признаками внутривидовой дифференциации при натурализации в лесных парках и озеленительных посадках.

Отдельные особи древесного интродуцента способны трансформироваться в новых для него условиях. Этому способствуют усиление формообразовательного процесса в локальных цено-

популяциях, микроэволюционные преобразования морфогенетических и наследственных признаков при свободном опылении. Нами установлены два сорта *M. domestica* Borkh., отличающиеся от общего генофонда.

В пяти лесных парках определено 11 внутривидовых таксонов *M. baccata* (L.) Borkh. с фенотипическими дистанциями вне зоны ценопопуляций и две формы в озеленительных посадках микрорайона Солнечный и на ул. Юлиуса Фучика.

Список источников

- Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. М. : Наука, 1987, 512 с.
- Кожевников А. П. Относительные значения параметров листьев потомства черемухи 'Гибрид Краснolistная 1-17-6' как показатель генетического разнообразия коллекции на Среднем Урале // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 21–27. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.003
- Кожевников А. П., Мамаев С. А., Семкина Л. А. Сорта плодовых культур в Ботаническом саду УрО РАН. Екатеринбург : Урал. отд-е РАН, 1996. 63 с.
- Кожевников А. П., Чермных А. И., Дегтярев И. С. Экологические ниши и плотность ценопопуляций рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) в лесопарках Екатеринбурга // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2022. № 1 (53). С. 60–68.
- Работнов Т. А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. М., 1950. Т. 1. С. 465–483.
- Сорта и агротехника плодовых, ягодных и декоративных культур для Свердловской области. Екатеринбург, 2005. 67 с.
- Уранов А. А., Смирнова О. В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 74. № 2. С. 119–134.

References

- Kozhevnikov A. P. The relative values of the parameters of the leaves of the offspring of the bird cherry “Hybrid Krasnolistnaya 1-17-6” as an indicator of the genetic diversity of the collection in the Middle Urals // Forests of Russia and the economy in them. 2023. № 3 (86). P. 21–27. DOI: 10.51318/fret.2023.3.86.003 (In Russ.)
- Kozhevnikov A. P., Chermnykh A. I., Degtyarev I. S. Ecological niches and density of cenopopulations of common ash (*Sorbus aucuparia* L.) in the forest parks of Yekaterinburg. // Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management. 2022. № 1 (53). P. 60–68. (In Russ.)
- Kozhevnikov A. P., Mamaev S. A., Semkina L. A. Varieties of fruit crops in the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Scientific publication. Yekaterinburg : Ural Branch of the RAS, 1996. 63 p.
- Rabotnov T. A. Questions of studying the composition of populations for the purposes of phytocenology // Problems of Botany. M., 1950. Vol. 1. P. 465–483.
- Uranov A. A., Smirnova O. V. Classification and main features of the development of populations of perennial plants // Bull. MSON. Dep. Biol. 1969. Vol. 74. № 2. P. 119–134. (In Russ.)

Varieties and agricultural technology of fruit, berry and ornamental crops for Sverdlovsk region. Yekaterinburg, 2005. 67 p.

Vavilov N. I. Theoretical foundations of selection. Moscow : Nauka, 1987. 512 p.

Информация об авторах

A. П. Кожевников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

P. В. Егоров – аспирант.

Information about the authors

A. P. Kozhevnikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

R. V. Egorov – postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 08.12.2024; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 08.12.2024; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 41–47.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 41–47.

Научная статья

УДК 630.24

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.005

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ВЫСОТЫ ПОДРОСТА ОСИНЫ НА ВЕТРОВАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ В ПОСТВЕТРОВАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Зуфар Ягфарович Нагимов¹, Станислав Анатольевич Мочалов²,
Галина Викторовна Анчугова³, Ирина Сергеевна Сальникова⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² slava.6051@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6966-1145>

³ anchugovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0717-3214>

⁴ salnikovais@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6236-1536>

Аннотация. В статье представлены результаты оценки возрастной динамики высоты подроста осины на ветровальной площади на ранних фазах постветровального периода. Исследования проводились в соответствии с методикой российско-швейцарского научного проекта на стационарном объекте, заложенном после крупномасштабного ветровала 1993 г. на территории Шайтанского лесничества Ново-Лялинского лесхоза. Выявлено, что признанные и широко используемые при описании возрастной динамики высоты деревьев и древостоев S-образные функции роста не совсем корректны и адекватны соответствующим экспериментальным материалам, полученным нами на опытном объекте. Это связано с тем, что предложенные разными исследователями S-образные кривые выражают большой период роста (от возникновения растения до его отмирания) и характеризуются возрастающей (вогнутой частью) и затухающей (выпуклой частью) ветвями, а нашими исследованиями охвачен небольшой возрастной диапазон в начале указанного периода.

На исследуемом объекте в большом количестве встречается подрост осины и семенного и порослевого происхождения. Происхождение растений оказывает значительное влияние на характер их роста по высоте. В исследованном возрастном диапазоне ход роста по высоте подрост семенного происхождения лучше всего описывается степенной функцией, а подрост порослевого происхождения – логарифмической. В первые годы жизни порослевые растения по высоте существенно опережают семенные. Однако в последующем темпы роста по высоте у порослевых растений постепенно снижаются, а у семенных, наоборот, повышаются. На исследуемом опытном участке в 9–10-летнем возрасте семенные растения по высоте догоняют порослевые.

Ключевые слова: ветровальная площадь, постветровальный период, осина, подрост, функции роста, происхождение, ход роста по высоте

Для цитирования: Возрастная динамика высоты подрост осины на ветровальной площади в постветровальный период / З. Я. Нагимов, С. А. Мочалов, Г. В. Анчугова, Г. В. Сальникова // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 41–47.

Original article

AGE DYNAMICS OF ASPEN UNDERGROWTH HEIGHT ON THE WIND AREA IN THE POST-WIND PERIOD

Zufar Ya. Nagimov¹, Stanislav A. Mochalov², Galina V. Anchugova³,
Irina S. Salnikova⁴

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² slava.6051@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6966-1145>

³ anchugovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0717-3214>

⁴ salnikovais@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6236-1536>

Abstract. The article presents the results of the assessment of the age dynamics of the height of aspen undergrowth on the wind farm area in the early phases of the post-winter period. The research was carried out in accordance with the methodology of the Russian-Swiss scientific project on a stationary object laid after a large-scale windfall in 1993 on the territory of the Shaitan forestry of the Novo-Lyalinsky Forestry. It was revealed that the S-shaped growth functions recognized and widely used in describing the age dynamics of the height of trees and stands are not quite correct and adequate to the corresponding experimental materials obtained by us at the experimental facility. This is due to the fact that the S-shaped curves proposed by various researchers express a long period of growth (from the emergence of the plant to its death) and are characterized by increasing (concave part) and fading (convex part) branches, and our research covers a small age range at the beginning of the specified period.

Aspen undergrowth of both seed and growth origin is found in large numbers on the object under study. The origin of plants has a significant impact on the nature of their height growth. In the studied age range, the course of growth in height of the undergrowth of seed origin is best described by a power function, and the undergrowth of seed origin is logarithmic. In the first years of life, overgrown plants are significantly ahead of seed plants in height. However, in the future, the growth rate in height in the seedlings gradually decreases, and in the seed plants, on the contrary, increases. At the experimental site under study at the age of 9–10, the seed plants were.

Keywords: wind area, post-wind period, aspen, undergrowth, growth functions, origin, course of growth in the area

For citation: Age dynamics of aspen undergrowth height on the wind area in the post-wind period / Z. Ya. Nagimov, S. A. Mochalov, G. V. Anchugova, I. S. Salnikova // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 41–47.

Введение

Таежные леса на Среднем Урале часто подвергаются ветровалу. При этом разрушения древостоев иногда носят катастрофический характер (Иванчиков, Ходырева, 2009). На ветровальных площадях создаются специфические экологические условия для возобновления и роста подростов древесных пород. Поэтому исследование особенностей лесовосстановительного процесса на вет-

ровальных площадях, возрастной динамики таксационных показателей подростов разных видов древесно-кустарниковой растительности имеет как теоретическое, так и прикладное значение.

Следует отметить, что возрастная динамика таксационных показателей деревьев и древостоев на начальных этапах онтогенеза изучена крайне недостаточно. В частности, в таблицах хода роста она, как правило, показывается с 20-летнего возраста.

В то же время именно на начальных фазах развития насаждений зарождаются его основные структурные элементы, определяющие его организацию и будущую продуктивность (Маслаков, 1981). От скорости роста (в первую очередь по высоте) подраста разных пород на ветровальной площади в постветровальный период во многом зависят динамика лесовосстановительного процесса, исход межвидовых взаимоотношений, состав и структура формирующегося лесного насаждения.

Цель, методика и объект исследования

Основной целью данной работы явились оценка адекватности функций, предложенных разными исследователями для характеристики роста деревьев и древостоев, подбор лучшей из них и изучение возрастной динамики высоты подраста осины на ветровальной площади в постветровальный период.

Исследования проводились на стационарном объекте, заложенном после крупномасштабного ветровала (30.06.1993 г.) в рамках совместного российско-швейцарского научного проекта на территории Шайтанского лесничества Ново-Лялинского лесхоза. До ветровала на исследуемой площади произрастало спелое смешанное (ЗС2Лц4Б1Ос, ед. Е, П) насаждение. Тип леса – сосняк зеленомошно-ягодниковый. На данном объекте ветровальная площадь была разделена на три части, каждая из которых являлась отдельным вариантом опыта:

- вариант 1 – без очистки ветровала;
- вариант 2 – с очисткой ветровала;
- вариант 3 – с очисткой ветровала и посадкой лесных культур.

В соответствии с методикой указанного научного проекта оценка естественного возобновления древесных пород проводилась на круговых учетных площадках с радиусом 4 м, заложенных на трансектах на одинаковом расстоянии друг от друга. На данных площадках для каждого древесного растения определялись следующие показатели: азимут и расстояние от центра учетной площадки до растения, высота, диаметр на высоте груди, происхождение (естественное семенное, естественное вегетативное, искусственное)

и состояние (здоровое, сомнительное, погибшее). Полевые исследования проводились с 1994 по 1998 гг. ежегодно, а в последующем через год – в 2000, 2002, 2004 и 2006 гг. Последние обмеры осуществлены при нашем участии в 2011 г. Возраст растений определялся в камеральных условиях по исходным данным с учетом года появления растения на учетной площадке.

Экспериментальным материалом для настоящих исследований послужили данные, полученные на ветровальной площади первого варианта опыта. На этой площади была заложена 51 круговая учетная площадка. Растения осины на них для исследования хода роста по высоте отбирались механическим путем. Объем выборки составил 113 измерений возраста и высоты растений семенного происхождения и 558 измерений растений подростового происхождения.

Результаты и обсуждение

В специальной литературе отмечается, что для выражения возрастной динамики высоты деревьев наиболее приемлемы S-образные кривые, представленные двумя ветвями – возрастающей (вогнутая часть кривой) и затухающей (выпуклая). Соотношение этих ветвей зависит от множества внутренних и внешних факторов и потому может быть весьма разнообразным (Кузьмичев, 1977). В этой связи эти кривые могут быть описаны различными функциями. По данным В. В. Кузьмичева (2013), исследователями разных стран предложено более сотни уравнений роста. Однако до сих пор универсальной функции роста не найдено. Многие исследователи в качестве наилучшей выбирают функцию, в большей степени соответствующую экспериментальным данным.

Следует отметить, что на начальном этапе онтогенеза рост древесных растений в высоту, как правило, передается вогнутой кривой (возрастающая ветвь S-образной кривой), которая, начинаясь от начала координат, вначале поднимается медленно, а затем более высокими темпами вплоть до точки перелома.

На начальном этапе исследований нами на нашем экспериментальном материале произведена оценка корректности и адекватности функций,

предложенных разными исследователями для описания возрастной динамики высоты деревьев, с целью подбора лучшей из них. Для этой цели по каждому уравнению рассчитывался коэффициент детерминации (R^2).

Предварительный графический анализ зависимости высоты подростка от возраста показал, что ее характер существенным образом зависит от происхождения растений (семенное или порослевое). Поэтому при проведении данных исследований были сформированы две выборки растений с учетом их происхождения.

Результаты аппроксимации хода роста по высоте семенных растений осины различными функциями представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что по величине коэффициента детерминации лучшими для описания возрастной динамики высоты подростка осины семенного происхождения следует признать степенную функцию ($R^2 = 0,690$) и функцию роста Бакмана

($R^2 = 0,700$). Остальные испытанные функции (особенно прямолинейная без свободного члена) характеризуются более низкими значениями коэффициента детерминации. Большинство авторов при подобных исследованиях считают правильным предпочтение отдавать более простым уравнениям, константы которых имеют биологическое объяснение. К числу таких функций относят степенную (Кузьмичев, 1977; Усольцев, 1985; Нагимов, 2000; и др.). В наших исследованиях на графиках она значительно лучше соответствовала фактическим данным, чем уравнение Бакмана и другие уравнения, приведенные в табл. 1.

Этого и следовало ожидать: возрастная динамика высоты растений в самый начальный период онтогенеза не может корректно описываться как S-образными кривыми (представляющими собой сумму двух ростовых функций), так и кривыми, передающими наблюдающееся замедление с возрастом темпов роста.

Таблица 1
Table 1

Уравнения зависимости высоты H растений осины семенного происхождения от их возраста A
Equations of dependence of height H of aspen plants of seed origin on their age A

Название функции (автор, источник) Function name (author, source)	Параметры уравнения Parameters of the equation	Коэффициент детерминации Coefficient of determination	№ уравнения № equation
Прямолинейная Rectilinear	$H = 23,814 A$	0,555	(1)
Степенная Power-law	$H = 28,916 A^{0,829}$	0,690	(2)
Логарифмическая Logarithmic	$H = 51,195 \ln A + 27,136$	0,602	(3)
Экспоненциальная Exponential	$H = 24,508 e^{0,304A}$	0,606	(4)
Ф. Корсуна F. Korsun	$H = 29,450 A^{(1,107 - 0,395 \lg A)}$	0,606	(5)
Митчерлиха Mitcherlich	$H = 200 (1 - e^{-0,166 A})^{0,991}$	0,605	(6)
Леваковича Levakovich	$H = 28,320 / (1 + 8,799/A) + 10,949$	0,604	(7)
Бакмана Bakman	$\lg H = 1,442 + 1,141 \lg A - 0,453 \lg^2 A$	0,700	(8)
Моисеева Moiseev	$H = 22,072 + 6,932 A + 78,409 \lg A$	0,606	(9)

В связи с вышеизложенным при оценке возрастной динамики высоты подроста осины семенного происхождения в начальной фазе роста предпочтение следует отдать степенной функции, которая корректно описывает возрастание изучаемого признака с ускоряющимися темпами. Указанная особенность возрастания высоты подроста (прогрессивное увеличение во времени) хорошо передается также экспоненциальной кривой. Однако она в отличие от степенной не исходит от начала координат. Несколько другие результаты получены при описании этими же функциями хода роста по высоте подроста осины порослевого происхождения (табл. 2). При анализе данных табл. 2 выявляется, что в ней значения коэффициента детерминации по всем уравнениям заметно ниже, чем в табл. 1. Видимо, это связано с большей дифференциацией по высоте порослевых растений по сравнению с таковой у растений семенного происхождения.

Причем все функции (кроме прямолинейной) характеризуются очень близкими коэффициента-

ми детерминации. Значения этого показателя колеблются в пределах от 0,523 (функция роста Митчерлиха) до 0,577 (функция Бакмана).

Происхождение подроста оказывает существенное влияние и на характер исследуемой зависимости. На опытной площади порослевые растения осины достигают внушительной высоты уже в конце первого вегетационного периода. Высота однолетних растений колеблется от 25 до 120 см. В последующие годы темпы роста постепенно снижаются. На графиках наилучшее соответствие фактическим данным и характеру зависимости высоты растений порослевого происхождения от их возраста показывает логарифмическая функция. Она использована нами в дальнейших исследованиях.

Наглядное представление о возрастной динамике высоты подроста можно получить на основе анализа соответствующих числовых данных. Такие данные для растений семенного происхождения получены табулированием уравнения (2), а для порослевых растений – уравнения (12). Они представлены в табл. 3.

Таблица 2

Table 2

Уравнения зависимости высоты растений осины порослевого происхождения от их возраста
Equations of dependence of the height of aspen plants of sprout origin on their age

Название функции (автор, источник) Function name (author, source)	Параметры уравнения Parameters of the equation	Коэффициент детерминации Coefficient of determination	№ уравнения № equation
Прямолинейная Rectilinear	$H = 31,776 A$	0,028	(10)
Степенная Power-law	$H = 57,037 A^{0,588}$	0,550	(11)
Логарифмическая Logarithmic	$H = 55,099 \ln A + 68,184$	0,528	(12)
Экспоненциальная Exponential	$H = 56,813e^{0,1798A}$	0,414	(13)
Ф. Корсуня F. Korsun	$H = 55,371 A^{(0,969 - 0,518 \lg A)}$	0,537	(14)
Митчерлиха Mitcherlich	$H = 200 (1 - e^{-0,234 A})^{0,766}$	0,523	(15)
Леваковича Levakovich	$H = 19,908 / (1 + 2,726/A) 11,385$	0,529	(16)
Бакмана Bakman	$\lg H = 1,724 + 0,940 \lg A - 0,472 \lg^2 A$	0,577	(17)
Моисеева Moiseev	$H = 61,774 - 6,816 A + 169,0,15 \lg A$	0,535	(18)

Таблица 3

Table 3

Возрастная динамика высоты подроста осины на ветровальной площади

Age dynamics of aspen undergrowth height on the wind farm

Возраст, лет Age, years	Высота растений, см Plant height, cm	
	семенного происхождения seed origin	порослевого происхождения growth origin
1	28,9	58,2
2	51,4	96,4
3	71,9	118,7
4	91,3	134,6
5	109,8	146,9
6	127,8	156,9
7	145,2	165,4
8	162,2	172,8
9	178,9	179,2
10	195,2	185,1

Из данных табл. 3 видно, что в первые годы жизни порослевые растения по высоте существенно опережают семенные. В первую очередь это объясняется следующим обстоятельством. Корневые отпрыски и пневая поросль, обладая мощной материнской корневой системой, растут чрезвычайно быстро, в то время как семенные растения должны сформировать собственную корневую систему, на что уходит определенное время. В последующем темпы роста по высоте у семенных растений постепенно увеличиваются, а у порослевых, наоборот, уменьшаются. Поэтому подрост семенного происхождения по высоте догоняет порослевой подрост. На исследуемом опытном участке это наблюдается в 9–10-летнем возрасте.

В целом результаты исследований (графическая интерпретация фактических данных, значения коэффициента детерминации) свидетельствуют, что при описании возрастной динамики высоты растений и семенного и порослевого происхождения адекватность широко используемых в подобных работах S-образных функций роста невысока.

Выводы

Динамика лесовосстановительного процесса, исход межвидовых взаимоотношений, состав и структура формирующегося лесного насаждения на ветровальных площадях во многом определяются скоростью роста подроста разных пород на ранних фазах постветровального периода. На Среднем Урале существенную роль в процессе лесовосстановления ветровальников играет осина.

Проверка возможности описания возрастной динамики высоты подроста осины в начальной фазе этого процесса широко используемыми S-образными кривыми роста, показала их невысокую адекватность и корректность нашим экспериментальным данным. Эта связано с тем, что S-образные кривые выражают большой период роста (от возникновения растения до его отмирания) и характеризуются возрастающей (вогнутой частью) и затухающей (выпуклой частью) ветвями, а нашими исследованиями охвачен небольшой возрастной диапазон в начале указанного периода.

На исследуемом объекте в большом количестве встречается подрост осины и семенного и порослевого происхождения. Происхождение оказывает значительное влияние на характер роста растений по высоте. Ход роста по высоте подрост семенного происхождения лучше всего описывается степенной функцией, а подрост порослевого происхождения – логарифмической. В первые годы жизни порослевые растения по высоте существенно опережают семенные. Однако в последующем темпы роста по высоте у порослевых растений постепенно снижаются, а у семенных, наоборот, повышаются. На исследуемом опытном участке в 9–10-летнем возрасте семенные растения по высоте догоняют порослевые.

В целом данные о скорости роста древесных растений в начальной фазе онтогенеза, не указываемые в таблицах хода роста древостоев, – это важная и полезная информация не только при оценке лесовосстановительных процессов, но и во многих других аспектах. В частности, они необходимы для совершенствования методических и теоретических основ моделирования роста и производительности лесных насаждений, планирования работ по очистке просек под линиями связи и электропередачи и т. д.

Список источников

- Иванчиков С. В., Ходырева Ю. Н.* Особенности роста подроста предварительной генерации пихты сибирской на ветровальных площадях Висимского заповедника // Стационарные биогеоценологические исследования на Урале. Екатеринбург : УрО РАН, 2009. С. 55–62.
- Кузьмичев В. В.* Закономерности роста древостоев. Новосибирск : Наука, 1977. 160 с.
- Кузьмичев В. В.* Закономерности динамики древостоев. Новосибирск : Наука, 2013. 208 с.
- Маслаков Е. Л.* Эколого-ценотические факторы возобновления и формирования (организации) насаждений сосны : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Маслаков Евгений Лукич. Свердловск : УНЦ ИЭРиЖ, 1981. 50 с.
- Нагимов З. Я.* Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Нагимов Зуфар Ягфарович. Екатеринбург : УГЛТУ, 2000. 40 с.
- Усольцев В. А.* Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск : Наука, 1985. 192 с.

References

- Ivanchikov S. V., Khodyreva Yu. N.* Growth peculiarities of Siberian fir undergrowth of preliminary generation on windy areas of Visimsky zapovednik // Stationary biogeo-technological studies in the Urals. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2009. P. 55–62.
- Kuzmichev V. V.* Laws of growth of forest stands. Novosibirsk : Nauka, 1977. 160 p.
- Kuzmichev V. V.* Regularities of stand dynamics. Novosibirsk : Nauka, 2013. 208 p.
- Maslakov E. L.* Ecological and cenotic factors of renewal and formation (organization) of pine plantations: autoref. diss. ... Dr. of Biological Sciences. Sverdlovsk : UNC IERiZh, 1981. 50 p.
- Nagimov Z. Ya.* Laws of growth and formation of above-ground phytomass of pine stands : autoref. diss. Dr. of agricultural sciences. Yekaterinburg : UGLTU, 2000. 40 p.
- Usoltsev V. A.* Modeling of structure and dynamics of phytomass of forest stands. Krasnoyarsk : Nauka, 1985. 192 p.

Информация об авторах

- З. Я. Нагимов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
С. А. Мочалов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Г. В. Анчугова – аспирант;
И. С. Сальникова – кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

- Z. Ya. Nagimov* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
S. A. Mochalov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
G. V. Anchugova – postgraduate student;
I. S. Salnikova – Candidate of Agricultural Sciences.

Статья поступила в редакцию 26.10.2023; принята к публикации 10.12.2023.

The article was submitted 26.10.2023; accepted for publication 10.12.2023.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 48–57.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 48–57.

Научная статья

УДК 630.531

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.006

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ В ЭКОТОНЕ ЛЕС – ГОРНАЯ ТУНДРА (г. ДАЛЬНИЙ ТАГАНАЙ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Ольга Алексеевна Разжигаева¹, Иван Борисович Воробьев², Антон Максимович Громов³, Павел Александрович Моисеев⁴, Зуфар Ягфарович Нагимов⁵

¹⁻⁴ Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

^{1,5} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Алексеевна Разжигаева,

kislrodna.maska@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследований особенностей формирования древостоев в высокогорьях Южного Урала (г. Дальний Таганай), проведенных с применением различных методов: измерительно-перечислительной таксации, лазерного сканирования древостоев и дистанционной съемки их с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Установлено, что лидарная съемка позволяет с достаточной точностью определить высоту деревьев, форму и размеры их крон. При этом небольшое систематическое занижение высоты, обусловленное, на наш взгляд, наличием плотного живого напочвенного покрова, при необходимости может быть устранено установлением поправочных коэффициентов. В исследуемом экотоне сомкнутость полога древостоев и их средняя высота закономерно повышаются с уменьшением высоты над уровнем моря. Это связано с улучшением почвенно-климатических условий и увеличением возраста деревьев с понижением высотного положения лесных участков. Имеющиеся отклонения от этой закономерности объясняются локальными условиями местопроизрастания. На склонах различной экспозиции процессы формирования древостоев протекают с неодинаковой интенсивностью. Это обусловлено тем, что экспозиция в значительной степени определяет степень инсоляции склонов, особенности перераспределения снежных масс господствующими в районе западными и юго-западными ветрами и их глубину, сроки снеготаяния, содержание влаги в почве и другие важные для возобновления и роста древесных растений условия. В высокогорьях г. Дальний Таганай более благоприятные условия для формирования древесной растительности складываются на склонах северной экспозиции, ограниченных румбами СЗ 45° – СВ 45°. Древостои на этих склонах продвигаются выше в гору, на одних и тех же высотных уровнях имеют более высокие показатели сомкнутости полога и средней высоты, чем на склонах других экспозиций.

Ключевые слова: Южный Урал, лазерное сканирование, дистанционная съемка, экотон лес – горная тундра, формирование древостоя

Финансирование: сбор, обработка и анализ данных, а также написание статьи выполнены за счет государственного задания ФГБУН Института экологии растений и животных УрО РАН № 122021000083-7.

Для цитирования: Особенности формирования древостоев в экотоне лес – горная тундра (г. Дальний таганай, Южный Урал) / О. А. Разжигаева, И. Б. Воробьев, А. М. Громов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 48–57.

Original article

SPATIAL STRUCTURE OF TREE STANDS IN THE ECOTONE FOREST – MOUNTAIN TUNDRA ON THE SLOPES OF DALNIY TAGANAI (SOUTHERN URAL)

Olga A. Razzhigaeva¹, Ivan B. Vorobyov², Anton M. Gromov³,
Pavel A. Moiseev⁴, Zufar Ya. Nagimov⁵

¹⁻⁴ Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

^{1,5} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Olga Alekseevna Razzhigaeva,
kislrodna.maska@gmail.com

Abstract. The article presents the results of studies of the features of the formation of forest stands in the highlands of the Southern Ural (Dalniy Taganay), carried out using various methods: enumerative inventory, laser scanning of forest stands and their remote shooting from unmanned aerial vehicles (UAVs). It has been established that lidar survey allows to determine the height of trees, the shape and size of their crowns with sufficient accuracy. At the same time, a slight systematic underestimation of the height due in our opinion to the presence of a dense living ground cover can if necessary be eliminated by establishing correction factors. In the studied ecotone, the density of the canopy of forest stands and their average height naturally increase with decreasing height above sea level. This is due to the improvement of soil and climatic conditions and an increase in the age of trees with a decrease in the altitudinal position of forest areas. The existing deviations from this regularity are explained by the local conditions of the habitat. On the slopes of different exposures, the processes of formation of forest stands proceed with unequal intensity. This is due to the fact that the exposition largely determines the degree of insolation of the slopes, the features of the redistribution of snow masses by the western and southwestern winds prevailing in the area and their depth, the timing of snowmelt, the moisture content in the soil, and other important for the renewal and growth of trees. -spring plant conditions. In the highlands of the city of Dalniy Taganay, more favorable conditions for the formation of woody vegetation are formed on the slopes of the northern exposure, limited by points NW 45° – NW 45°. Forest stands on these slopes move higher uphill, at the same altitude levels they have higher indicators of canopy closure and average height than on the slopes of other exposures.

Keywords: Southern Ural, laser scanning, remote sensing, forest-mountain tundra ecotone, forest formation

Funding: collection, processing and analysis of data, as well as writing the article were carried out at the expense of the state task of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences № 122021000083-7.

For citation: Spatial structure of tree stands in the ecotone forest-mountain tundra on the slopes of Dalniy Taganai (Southern Ural) / O. A. Razzhigaeva, I. B. Vorobyov, A. M. Gromov [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 48–57.

Введение

Важнейшей научной проблемой последних десятилетий стало изучение реакции экосистемы и ее отдельных компонентов на потепление климата (Влияние..., 2004). Для оценки изменения климатической обстановки, ее влияния на формирование и рост лесных насаждений наиболее привлекательными территориями являются высокоширотные и высокогорные районы. В экстремальных почвенно-климатических условиях, определяющих границы произрастания видов, климатогенные изменения структуры и динамики растительности проявляются наиболее четко (Шиятов, 2009). Наблюдается изменение видового состава, возрастной и пространственной структуры древостоев, произрастающих в экотоне лес – горная тундра (Современная динамика..., 2018).

Несмотря на активизацию исследований, древостой на верхнем пределе произрастания до сих пор остаются недостаточно изученными. Сдерживающими факторами при этом является труднодоступность территорий и сложность проведения оценочных работ в высокогорьях. В условиях редколесья, занимающих обширные территории, за короткий вегетационный период, учитывая обилие осадков в горах, собрать достаточный по объему (репрезентативный) экспериментальный материал традиционными наземными методами достаточно проблематично. Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для проведения съемки местности с высоким разрешением (Новый метод..., 2016) и лазерные сканеры для получения 3D-модели местности (Госьков и др., 2022) могут значительно сократить сроки проведения полевых работ по сбору материала и увеличить объем выборки деревьев. Однако данные, полученные указанными технологиями, требуют проведения их верификации по материалам, полученным на основе измерительно-перечислительной таксации (Низаметдинов и др., 2021).

Цель, задача, методика и объекты исследований

Цель работы – изучение особенностей формирования древостоев в экотоне лес – горная тундра

на основе их дистанционной съемки с БПЛА и лазерного сканирования.

Основными задачами исследований явились: получение фотографий территории с известными географическими координатами центров съемки и ортофотопланов; разбивка территории экотона на высотные уровни и сектора с учетом экспозиций и геоморфологического строения склонов; измерительно-перечислительная таксация и лазерное сканирование древостоев; оценка точности определения таксационных показателей деревьев при лазерном сканировании древостоев; оценка современного состояния древостоев по выделенным секторам и высотным уровням.

Дальний Таганай – самая северная и наиболее обширная по площади вершина хребта Большой Таганай. Она расположена в 20 км к северо-востоку от города Златоуст Челябинской области. Высота вершины – 1112 м над ур. м. Конкретным объектом исследований явилась переходная полоса от сомкнутого леса к горной тундре, которая в зависимости от экспозиции склона начинается на высоте от 1045 до 1085 м над ур. м. Произрастающие на ее территории древостой в основном сформированы елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) с примесью березы извилистой (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Исследования по сбору экспериментального материала проводились в июне – июле 2020 г. Наряду с наземной таксацией древостоев, осуществлялись их дистанционная съемка с БПЛА и лазерное сканирование.

Камерой квадрокоптера DJI Mavic-2 Pro (с разрешением 20 Мп) с высоты 50–100 м на исследуемую территорию получены фотографии с известными географическими координатами центров съемки. На их основе создан ортофотоплан в приложении Photoscan-4. Для дальнейшей работы в полевых условиях ортофотоплан был загружен в электронный планшет в приложение Adobe Photoshop. В ходе наземной таксации на дополнительно созданных слоях ортофотоплана фиксировалось месторасположение каждого дерева, а в ведомость учета заносились установленные для него вид, диаметры ствола на высоте груди (1,3 м)

и у основания, высота, диаметр кроны в двух перпендикулярных направлениях. Эти показатели в лесу определялись общепринятыми в лесной таксации методами.

Лазерное сканирование древостоя осуществлялось мобильным комплексом Л-СКАН-2, оснащенный 3D-сканером Velodyne VLP-16. Данный комплекс позволяет создать 3D-модель местности и определить координаты каждого отдельного элемента съемки с географической привязкой. В камеральных условиях проводилась обработка полученного облака данных лазерной съемки в программе LIDAR360 Version 5. При этом точки отражения делились на два типа: точки поверхности земли (которые составили цифровую модель рельефа – ЦМР) и точки на поверхности земли. После исключения первых была получена цифровая модель лесного полога (ЦМЛП), представляющая собой изображение крон деревьев и кустарников.

Для выделения контуров крон деревьев и кустарников проводилась сегментация растровой цифровой модели лесного полога в программе QGIS. Данные, полученные в результате сегментации, позволили определить площадь проекции крон и высоту дерева. Первый показатель вычислялся программой автоматически как площадь полигона. Второй определялся как максимальное значение пикселя в распределении яркостей в растре ЦМЛП в пределах контура кроны отдельного дерева. Выделенные контуры крон деревьев и кустарников были наложены дополнительным слоем на ортофотоплан в приложении Adobe Photoshop.

Для анализа пространственной структуры древостоев вся исследуемая территория с учетом особенностей геоморфологического строения склонов была разделена на 16 секторов, ограниченных условными линиями, исходящими от вершины горы (рис. 1).

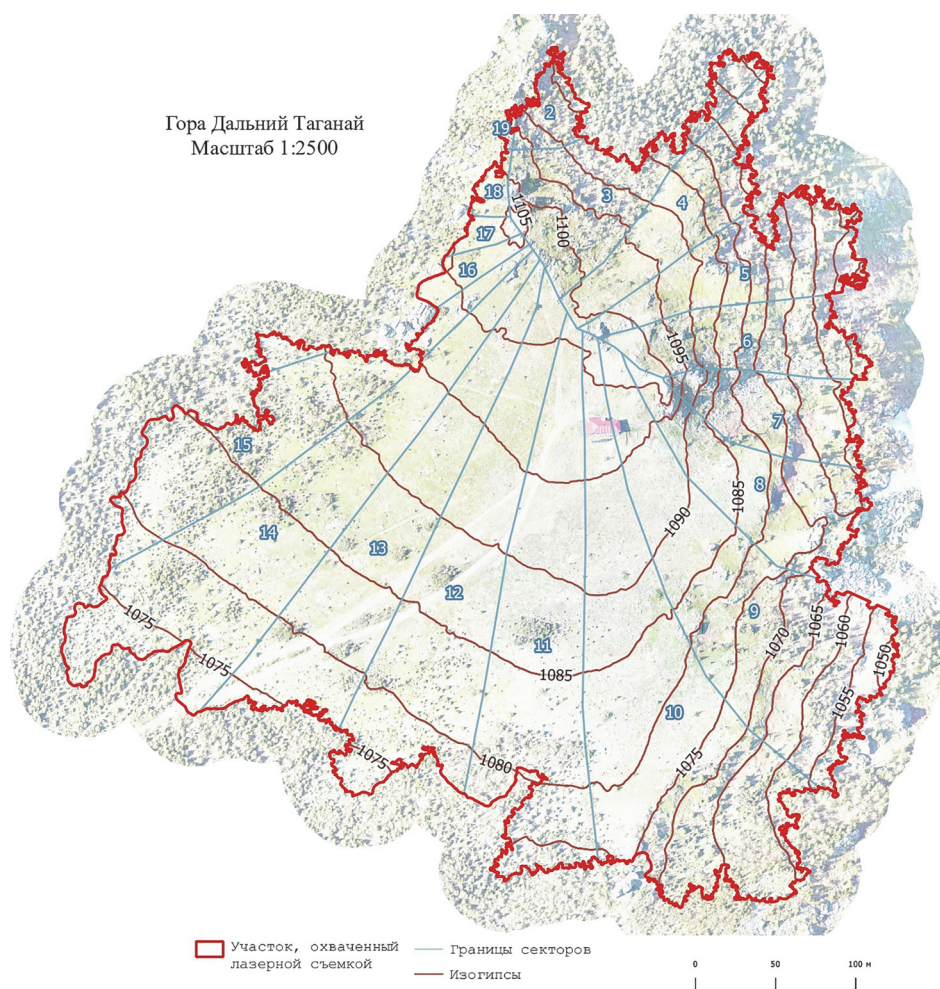


Рис. 1. Карта-схема исследуемого экотона с выделенными секторами и высотными уровнями
Fig. 1. Schematic map of the studied ecotone with highlighted sectors and altitude levels

Для каждого сектора устанавливались сторона света и азимут – горизонтальный угол между линией направления на север и линией, проходящей по центру сектора. В связи с тем, что вершина горы отличается неправильной формой и сложным геоморфологическим строением, сектора получили неодинаковый угловой размер (от 13 до 33°).

Для отображения рельефа территории (определения высоты элементов рельефа, формы и крутизны склонов) построены изогипсы с интервалами 5 м по вертикальному профилю.

Результаты исследования

Для решения поставленных задач была создана электронная таблица в программе MS Office Excel, в которую заносились результаты измерений высоты деревьев, линейных размеров и площадей проекций их крон. На первом этапе исследований посредством привязки растровой ЦМЛП к ортофотоплану производилась процедура идентификации деревьев, учтенных разными методами: наземной таксацией и лазерной съемкой. Результаты этой работы позволили оценить точность определения таксационных показателей деревьев при лазерном сканировании древостоев. На рис. 2 представлены данные сопоставления высот деревьев, полученных в результате обработки лазерной съемки и измеренных в ходе наземной таксации.

Аналитическая работа по исследованию связей между высотами, определенными лазерным сканированием и традиционным таксационным методом, выполнялась в программах MS Office Excel и Statistica. Исследуемая связь наиболее удачно описывается уравнением прямой

$$H_l = -0,1823 + 0,8977H_n, \\ R^2 = 0,776,$$

где H_l – высота дерева, определенная с помощью лазерной съемки, м;

H_n – высота дерева, определенная при наземной таксации, м;

R^2 – коэффициент детерминации.

В целом расположение эмпирических данных на рис. 2 и статистические показатели разработанного уравнения свидетельствуют о тесной корреляции высот, полученных рассматриваемыми методами. Следует отметить, что на всем протяжении исследованного диапазона высот при лазерной съемке наблюдается систематическое занижение величины данного показателя.

Можно предположить, что такое положение связано с наличием на исследуемой территории довольно плотного живого напочвенного покрова, который в процессе получения ЦМР мог быть определен как поверхность земли. Однако для получения более обоснованных выводов данный вопрос требует дальнейшего изучения.

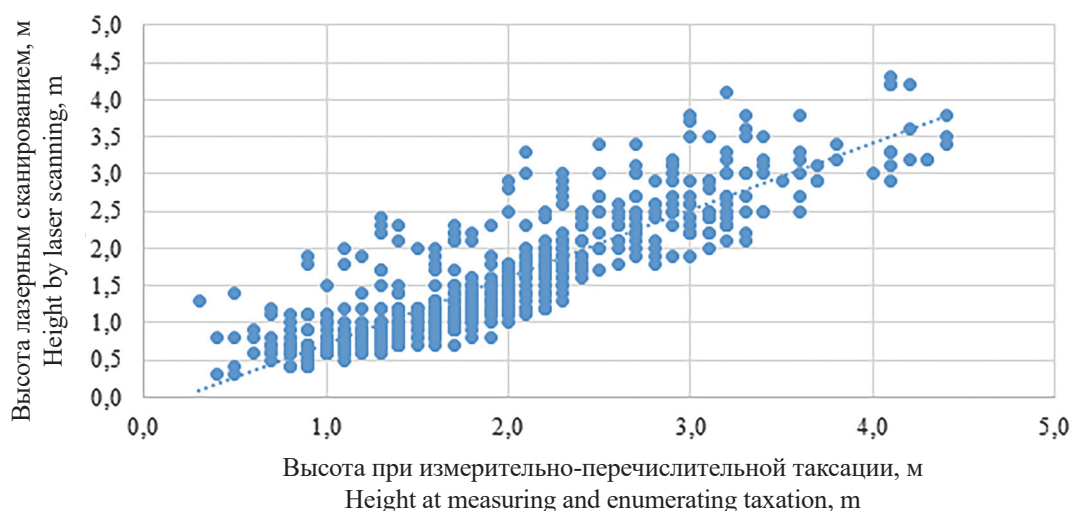


Рис. 2. Сопряженность высот, полученных при лазерном сканировании и измерительно-перечислительной таксации
 Fig. 2. Comparative graph of heights measured by laser survey and natural survey

Как отмечалось выше, примененная технология лазерного сканирования позволяет в автоматическом режиме определять площадь проекции кроны каждого отдельно взятого дерева. Причем, на наш взгляд, она обеспечивает более точные результаты, чем традиционные методы оценки этого показателя, основанные на измерении поперечников кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Это связано с тем, что при лазерной съемке проекция кроны получает реальную конфигурацию, которая в действительности отличается от формы геометрических фигур (окружности, круга, эллипса, овала), по формулам которых, как правило, определяется площадь проецируемой на горизонтальную плоскость формы кроны.

По результатам лазерного сканирования древостоев (совокупности деревьев высотой более 1,5 м) определена сомкнутость их полога – отношение суммы площадей горизонтальных проекций крон деревьев (без учета площади их перекрытия) к общей площади участка леса. Данная работа проводилась дифференцированно по секторам, а в пределах их – по высотным уровням. Результаты ее представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что исследуемые древостои характеризуются низкой сомкнутостью полога и высоким варьированием этого показателя по секторам и высотным уровням (от 0,3 до 40,1 %).

На всех секторах сомкнутость полога имеет выраженную тенденцию повышения с уменьшением высоты над уровнем моря. Неравномерный (ступенчатый) характер этого процесса на некоторых секторах связан с особенностями геоморфологии участков.

Показатели сомкнутости полога древостоев в значительной степени связаны с экспозиций склонов, определяющей микроклимат, распределение снежных масс, содержание влаги в почве и другие условия для роста растений. В нашей работе к склонам северной экспозиции отнесены сектора 2, 3 и 4 (ограниченные румбами СЗ 45° – СВ 45°), восточной экспозиции – сектора 5, 6, 7 и 8 (СВ 45° – ЮВ 45°), южной экспозиции – сектора 9, 10, 11, 12 и 13 (ЮВ 45° – ЮЗ 45°)

и западной экспозиции – сектора 14, 15 и 16 (ЮЗ 45° – СЗ 45°).

Наиболее высоким относительно уровня моря местоположением древостоев (1095–1100 м над ур. м) характеризуются сектора 2, 3, 14 и 15, ориентированные преимущественно на север и запад. Для сравнения на склонах восточной и южной экспозиций (сектора 6 и 10 соответственно) верхняя граница древесной растительности расположена значительно ниже (1085–1090 м над ур. м).

Древостои с относительно высокими показателями сомкнутости полога (более 20 % с учетом экстремальных условий для произрастания древесной растительности в высокогорьях) на северных склонах формируются на более высоких уровнях, чем на склонах других экспозиций. Более низкое расположение верхней границы древесной растительности на южных склонах, на наш взгляд, связано с выраженной их инсоляцией, которая приводит к сильному иссушению верхнего горизонта почвы и снижению уровня доступной влаги для подроста и молодых деревьев в засушливые летние периоды.

Причиной пониженного расположения древостоев с сомкнутостью полога более 20 % на склонах западной и восточной экспозиций является характер отложения на них снега. Причем определяющую роль в этом играют господствующие в районе западные и юго-западные ветры, перераспределяющие снежные массы. Так, на верхних уровнях западных склонов в результате сдувания снега его высота не превышает 10–30 см. В то же время на северо-восточном и восточном склонах на высотах 1060–1070 м над ур. м. высота снега достигает 2–3 м и более. Здесь наблюдается более позднее стаивание снега, которое задерживает начало роста растений.

При фиксированных значениях высоты над уровнем моря сомкнутость полога древостоев на северных и западных склонах в большинстве случаев характеризуется более высокими показателями, чем на восточных и южных.

Представление об изменении средней высоты древостоев по секторам и высотным уровням можно получить из данных табл. 2.

Таблица 1
Table 1

Сомкнутость полога древостоев по секторам и высотным уровням исследуемого экотона, %
Canopy density of forest stands by sectors and altitudinal levels of the studied ecotone, %

Номер сектора Sector number	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Экспозиция, град. Exposure, degrees	21	25	43	53	77	93	114	153	176	188	200	213	238	246	279
Высотный уровень Altitude level	С N	СВ NE	СВ NE	СВ NE	В E	В E	ЮВ SE	ЮВ SE	Ю S	Ю S	Ю S	ЮЗ SW	ЮЗ SW	ЮЗ SW	3 W
Интервал высот, м над ур. м. Height interval, m a.s.l.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	5,7	1,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	0,4	–
3	3,9	10,1	–	–	–	–	–	0,3	–	–	–	–	2,5	8,6	–
4	20,6	17,8	–	0,3	–	0,7	0,5	0,8	–	0,5	0,7	0,8	6,7	9,2	5,3
5	7,4	9,4	1,8	4,9	3,2	0,7	4,0	4,2	0,6	9,7	1,4	2,5	1,5	8,0	–
6	–	23,3	12,7	6,6	1,3	1,1	2,2	4,9	4,6	23,9	5,0	4,9	5,7	4,8	–
7	–	28,4	13,1	3,9	1,3	2,5	1,9	8,2	11,9	40,1	–	6,4	5,8	–	–
8	–	34,0	20,7	8,6	7,4	7,8	9,2	19,4	19,9	–	–	–	–	–	–
9	–	34,7	32,8	12,5	14,1	18,7	23,1	18,1	31,5	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	5,7	24,5	–	–	26,6	30,0	–	–	–	–	–	–
11	–	–	–	–	–	–	–	21,3	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. Серым тоном выделены участки с преобладанием древостоев сомкнутостью более 20 %.
Note. Areas with a predominance of forest stands are highlighted in gray; density is more than 20 %.

Таблица 2
Table 2

Средние высоты древостоев по секторам и высотным уровням исследуемого экотона, м
Average heights of forest stands by sectors and altitudinal levels of the studied ecotone, m

Номер сектора Sector number	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Экспозиция, град. Exposure, degrees	21	25	43	53	77	93	114	153	176	188	200	213	238	246	279	
Высотный уровень Altitude level	C N	C N E	C N E	C N E	B E	B E	Ю B S E	Ю B S E	Ю S	Ю S	Ю S	Ю S W	Ю S W	Ю S W	Ю S W	3 W
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,7	–	–	–
2	3,3	3,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,7	4,3	–	–
3	3,7	3,8	–	–	–	–	–	2,8	–	–	–	–	3,9	3,6	–	–
4	4,2	4,3	–	3,8	–	4,2	3,5	2,7	–	2,8	3,5	3,5	4,0	3,9	3,8	–
5	4,3	4,2	3,1	4,2	3,7	4,1	3,6	3,3	2,7	3,4	3,3	3,5	3,9	3,9	–	–
6	–	4,4	4,0	4,3	3,9	4,0	3,3	3,4	3,3	4,0	4,1	3,9	4,3	4,4	–	–
7	–	4,9	4,3	5,1	4,8	5,8	3,1	3,6	3,9	3,7	–	4,4	4,0	–	–	–
8	–	5,0	4,1	4,6	4,5	3,7	3,6	4,4	3,8	–	–	–	–	–	–	–
9	–	6,0	5,3	4,8	4,0	3,9	4,6	4,0	4,0	–	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	4,4	3,9	–	–	4,4	3,7	–	–	–	–	–	–	–
11	–	–	–	–	–	–	–	4,5	4,1	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	–	–	–	–	–	4,0	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. Серым тоном выделены участки с преобладанием древостоев сомкнутостью более 20 %.
Note. Areas with a predominance of forest stands are highlighted in gray; density is more than 20 %.

Как видно из представленных в табл. 2 материалов, данный показатель в пределах каждого сектора закономерно повышается с уменьшением высоты над уровнем моря. Это вполне логично, так как с понижением высотного положения участков улучшаются почвенно-климатические условия и повышается возраст деревьев.

При фиксированных значениях высоты над уровнем моря средняя высота древостоев заметно различается по секторам. Наибольшими значениями этого показателя характеризуются древостои на секторах 2 и 3, обращенных в основном к северу.

Как отмечалось выше, на склонах северной экспозиции г. Дальний Таганай складываются более благоприятные условия для выживания и роста древесных растений.

Выводы

Результаты исследований показали эффективность применения дистанционной съемки с БПЛА и лазерного сканирования древостоев при изучении их формирования, структуры и особенностей роста в труднодоступных условиях экотона лес – горная тундра. Лидарная съемка позволяет с достаточной точностью определить высоту деревьев, форму и размеры их крон.

Сомкнутость полога древостоев и их средняя высота в экотоне лес – горная тундра закономерно повышаются с уменьшением высоты над уровнем моря. Это связано с тем, что с понижением высотного положения участков улучшаются почвенно-климатические условия и повышается возраст деревьев. Имеющиеся отклонения от этой закономерности объясняются геоморфологическими условиями лесных участков в пределах секторов.

Значения обоих показателей в значительной степени обусловлены экспозицией склонов, от которой зависят степень инсоляции, особенности перераспределения снежных масс и их глубина, сроки снеготаяния, содержание влаги в почве и другие важные для появления и роста древесных растений условия. В высокогорьях г. Дальний Таганай более благоприятные условия для формирования древесной растительности складываются на склонах северной экспозиции, ограниченных румбами СЗ 45° – СВ 45°. Древостои на этих склонах продвигаются выше в гору, на одних и тех же высотных уровнях имеют более высокие показатели сомкнутости полога и средней высоты, чем на склонах других экспозиций.

Список источников

- Влияние изменений климата на формирование поколений ели сибирской в подгольцовых древостоях Южного Урала / П. А. Моисеев, М. Ван дер Меер, А. Риглинг, И. Г. Шевченко // Экология. 2004. № 3. С. 1–9.
- Госьков Е. А., Воробьева Т. С., Воробьев И. Б. Лазерное сканирование в исследовании структуры древостоев верхней границы леса на Южном Урале // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 2 (81). С. 4–10.
- Низаметдинов Н. Ф., Моисеев П. А., Воробьев И. Б. Лазерное сканирование и аэрофотосъемка с БПЛА в исследовании структуры лесотундровых древостоев Хибин // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 4. С. 9–22.
- Новый метод определения таксационных характеристик насаждений по снимкам сверхвысокого разрешения с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) / А. С. Алексеев, А. А. Никифоров, А. А. Михайлова, М. Р. Вагизов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. № 215. С. 6–18.
- Современная динамика высокогорных лесов на Северном Урале: основные тенденции / Н. М. Дэви, В. В. Кукарских, А. А. Галимова [и др.] // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология. 2018. № 3. С. 248–259.
- Шиятов С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург : УрО РАН, 2009. С. 3–5.

References

- A new method for determining the taxation characteristics of plantations from ultra-high resolution images from an unmanned aerial vehicle (UAV) / A. S. Alekseev, A. A. Nikiforov, A. A. Mikhailova, M. R. Vagizov // News of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy. 2016. № 215. P. 6–18. (In Russ.)
- Goskov E. A., Vorobyeva T. S., Vorobyov I. B. Laser scanning in the study of the structure of forest stands of the upper forest boundary in the Southern Urals // Forests of Russia and the economy in them. 2022. № 2 (81). P. 4–10. (In Russ.)
- Influence of climate change on the formation of generations of Siberian spruce in the subalpine forest stands of the Southern Urals / P. A. Moiseev, M. Van der Meer, A. Rigling, I. G. Shevchenko // Ecology. 2004. № 3. P. 1–9. (In Russ.)
- Modern dynamics of alpine forests in the Northern Urals: main trends / N. M. Devi, V. V. Kukarskikh, A. A. Galimova [et al.] // Zh. Sib. feder. university Biology. 2018. № 3. P. 248–259. (In Russ.)
- Nizametdinov N. F., Moiseev P. A., Vorobyov I. B. Laser scanning and aerial photography from UAVs in the study of the structure of Khibiny forest-tundra forest stands // Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal. 2021. № 4. P. 9–22. (In Russ.)
- Shiyatov S. G. Dynamics of tree and shrub vegetation in the mountains of the Polar Urals under the influence of modern climate change. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2009. P. 3–5.

Информация об авторах

О. А. Разжигаева – студент, ст. лаборант-исследователь,
kislородna.maska@gmail.com

И. Б. Воробьев – ст. инженер,
vorobev_ib@ipae.uran.ru

А. М. Громов – студент, ст. лаборант-исследователь,
heytonny@yandex.ru

П. А. Моисеев – доктор биологических наук, заведующий лабораторией,
moiseev@ipae.uran.ru

З. Я. Нагимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ИЛП,
nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Information about the authors

O. A. Razzhigaeva – student, senior research assistant,
kislородna.maska@gmail.com

I. B. Vorobyov – Senior engineer,
vorobev_ib@ipae.uran.ru

A.M. Gromov – student, senior research assistant,
heytonny@yandex.ru

P. A. Moiseev – Doctor of Biological Sciences, Head of the laboratory,
moiseev@ipae.uran.ru

Z. Ya. Nagimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the ILP,
nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Статья поступила в редакцию 08.06.2023; принята к публикации 01.12.2023.

The article was submitted 08.06.2023; accepted for publication 01.12.2023.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 58–67.

Forest of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 58–67.

Научная статья

УДК 630.9:630.931

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.007

ДЕКРИМИНАЛИЗАЦИЯ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Лев Евгеньевич Кузнецов¹, Ирина Владимировна Безденежных²,
Сергей Вениаминович Залесов³

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

¹ lev.kuznecov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7547-7055>

² BezdenezhnyhIV@admhmao.ru, 0000-0001-2345-6789

³ zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Аннотация. Одним из основных этапов развития лесного комплекса является декриминализация, цифровизация и риск-ориентированный подход. В основу исследований легло поручение Президента Российской Федерации от 06 ноября 2020 г. № Пр-1816, в развитие которого разработаны и утверждены документы, содержащие обязательные требования при хранении, транспортировке и переработке древесины. На смену Единой государственной автоматизированной информационной системе учета древесины и сделок с ней пришла Федеральная государственная информационная система лесного комплекса, которая создаст алгоритмы и механизмы внесения данных и ускорит сроки оказания лесных госуслуг. Кроме того, при осуществлении государственного контроля (надзора) применяется система оценки и управления рисками, поделившая контролируемых лиц на 3 категории.

Ключевые слова: лесной комплекс, декриминализация, цифровизация, риск-ориентированный подход, нормативно-правовые документы

Для цитирования: Кузнецов Л. Е., Безденежных И. В., Залесов С. В. Декриминализация, цифровизация и риск-ориентированный подход в лесном комплексе // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 58–67.

Original article

DECRIMINALIZATION, DIGITALIZATION AND RISK-BASED APPROACH IN THE FOREST COMPLEX

Lev E. Kuznetsov¹, Irina V. Bezdenezhnykh², Sergey V. Zalesov³

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

¹ lev.kuznecov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7547-7055>

² BezdenezhnyhIV@admhmao.ru, 0000-0001-2345-6789

³ zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Abstract. One of the main stages of the development of the forest complex is decriminalization, digitalization and a risk-oriented approach. The research was based on the instruction of the President of the Russian Federation № Pr-1816 dated November 06, 2020, in the development of which documents containing mandatory requirements for the storage, transportation and processing of wood were developed and approved. The Unified State Automated Information System for Timber Accounting and Transactions with it has been replaced by the Federal State Information System of the Forest Complex, which will create algorithms and mechanisms for entering data and accelerate the delivery of forest public services. In addition, in the implementation of state control (supervision), a risk assessment and management system is used, which divided the controlled persons into 3 categories.

Keywords: forest complex, decriminalization, digitalization, risk-based approach, regulatory and legal documents

For citation: Kuznetsov L. E., Bezdenezhnykh I. V., Zalesov S. V. Decriminalization, digitalization and risk-based approach in the forest complex // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 58–67.

Введение

Несовершенство нормативно-правовых документов по вопросам ведения лесного хозяйства и лесопользования порождает многочисленные конфликтные ситуации между лесопользователями и контролирующими органами (Залесов, Платонов, 2021).

В настоящее время в лесном комплексе формируется новая система лесного контроля и надзора, направленная на декриминализацию, цифровизацию и риск ориентированный подход. Основные требования в этом направлении сформулированы в перечне поручений Президента Российской Федерации от 06 ноября 2020 г. № Пр-1816 (Поручение Президента ..., 2020), во исполнение которых принят федеральный закон № 3-ФЗ от 04 февраля 2021 г. «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования лесных отношений» (ФЗ № 3, 2021).

С актуализацией нормативно-правовых документов обеспечена прозрачность движения древесины, начиная от лесосеки и при дальнейшей ее транспортировке до склада, объекта переработки и экспорта. В эту цепочку не должна попадать так называемая серая или черная древесина.

Цель и объекты исследований

Целью работы является анализ нормативно-правовых документов, а также современных информационных систем с разработкой предложений по совершенствованию лесного комплекса в рамках декриминализации, цифровизации и использования риск ориентированного подхода. Объектом исследований служил лесной комплекс Российской Федерации. В процессе наблюдений на основе ведомственных материалов и нормативно-правовых документов с учетом собственного опыта авторов проанализирована практика реализации федерального закона от 04.02.2021 г. № 3-ФЗ. В процессе исследований основное внимание уделялось

устранению спорных вопросов для улучшения действующей нормативно-правовой базы.

Результаты и обсуждение

Тема складов отсутствовала до 2022 г., места хранения древесины не учитывались в необходимом формате, а их координаты не фиксировались. Движение древесины и ее происхождение не прослеживались. Ответственность собственника древесины за поддержание определенного порядка и прозрачности перемещения отсутствовала. Не был закреплен потенциально уполномоченный орган, в обязанности которого входил надзор за соблюдением указанных требований.

Сегодня действуют новые нормы – это сведения о местах складирования древесины и об объектах лесоперерабатывающей инфраструктуры, об используемых машинах при заготовке и транспортировке древесины. Статьи 50.4-1 и 50.4-2 Лесного кодекса предусматривают хранение и переработку заготовленной древесины производить на объектах, сведения о которых вместе с координатами местности в обязательном порядке включены в государственный лесной реестр (Лесной кодекс, 2006).

Закон требует, чтобы собственник складов заготовленной древесины и объектов ее переработки, включая объекты лесоперерабатывающей инфраструктуры, размещал информацию о них в государственном лесном реестре по определенной форме. Особо следует отметить, что информация о местах складирования и переработки древесины подается в лесной реестр вне зависимости от того, на какой категории земель они расположены (лесного фонда, населенных пунктов, сельскохозяйственного назначения или землях иных категорий).

Сейчас место складирования древесины является центральным местом реализации норм прослеживаемой древесины. Теперь по складу формируется отдельно приход древесины, расход древесины, пересортировка древесины в случае, если собственник решил, что древесина имеет другое сортиментное наименование, и инвентаризация в случае, если есть необходимость принять излишки либо списать недостатки, то такая возможность в этой форме тоже предусмотрена.

Мы имеем дело практически с терминами бухгалтерского учета, теперь они и в сфере оборота древесины, но не заменяют бухгалтерский учет.

При этом каждый такой отчет по каждой операции приемки или отгрузки древесины имеет свой идентификационный номер в информационной системе. И приемка и отгрузка привязываются к электронному сопроводительному документу. Так выстраивается цепочка движения древесины.

Владелец склада подает информацию для внесения в государственный лесной реестр о завезенной и вывезенной со склада древесине. Данная информация подается не позднее одного рабочего дня с момента факта завоза или вывоза древесины и сопровождается автоматическим формированием в государственном лесном реестре отчета о проделанной операции.

Структура и подходы, используемые при заполнении отчета о переработке древесины, т. е. изготовлении из нее продукции, аналогична составлению отчета баланса древесины на складе.

Система позволяет в автоматическом режиме формировать баланс древесины и осуществлять ее мониторинг с возможностью получения объективных данных на любой момент времени. Помимо общего объема, формируются сведения о характеристике древесины и продукции, получаемой из нее. При этом определение характеристик древесины и ее учета утверждены законодательно (Постановление Правительства РФ № 2128, 2021).

Последнее позволяет надзорным органам эффективно осуществлять контроль объема и, следовательно, законность происхождения древесины.

Кроме того, существуют конкретные требования к местам складирования древесины:

– если склад расположен не на землях лесного фонда и не в специально оборудованных зданиях (помещениях), он должен быть обнесен забором, конструкция которого определяется владельцем древесины;

– каждый склад должен иметь наглядную информацию (вывеску), содержащую сведения о том, что это склад для хранения древесины или

пункт ее переработки, номер склада и контактный телефон собственника;

– каждый склад должен быть оборудован автоматическими средствами фиксации транспортных средств при въезде и выезде их на территорию склада. При этом фиксируется вид транспортного средства, его государственный регистрационный номер, время и дата въезда и выезда на территорию склада или из нее;

– если возможность автоматической фиксации транспортного средства отсутствует по причине поломки оборудования и по другим причинам, допускается учет транспортных средств специально назначенным лицом с ведением журнала учета въезда и выезда транспорта на бумажном носителе.

Нормативно-правовым документом (Приказ ФАЛХ № 729, 2022) утверждены требования к журналу учета транспортных средств и акту об отсутствии возможности автоматической их фиксации.

Имеются существенные различия между местом складирования древесины и объектом лесоперерабатывающей инфраструктуры. При этом хранение древесины осуществляется и в местах ее переработки, т. е. на объектах лесоперерабатывающей инфраструктуры. На оба объекта вывозится древесина, далее она может быть реализована, списана на собственные нужды, и оба отчета очень похожи и отличаются только сведениями о количестве полученной продукции переработки древесины. То есть главным атрибутом объекта лесоперерабатывающей инфраструктуры является лесопильный станок. Если бревна перерабатываются в пиломатериал, то это объект лесоперерабатывающей инфраструктуры, тогда как основная функция места складирования древесины – это хранение.

Стоит отметить, что требования к местам складирования закреплены в Постановлении Правительства Российской Федерации (Постановление Правительства РФ № 2017, 2021). Однако требования к объектам лесоперерабатывающей инфраструктуры на сегодняшний день не закреплены на законодательном уровне. Сегодня существует необходимость разработки требований к объектам лесоперерабатывающей инфраструктуры, при этом требования к ним должны быть на порядок строже по сравнению с требованиями к местам

складирования древесины. Ведь только на территории Уральского федерального округа в пожароопасный сезон 2023 г. произошло несколько крупных пожаров в населенных пунктах, начавшихся в том числе на местах складирования древесины и объектах лесоперерабатывающей инфраструктуры, в результате которых пострадали не только населенные пункты, но и сами местные жители.

Еще одна норма, закрепленная в перечне, – это доступ внешних пользователей в систему. Если ранее доступ осуществлялся путем введения логина и пароля, то теперь пользователям необходимо пройти авторизацию своих учетных записей через портал Госуслуг. Все дальнейшие работы будут возможны только через Единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). Таким же способом осуществляется доступ в систему должностных лиц контролирующих и правоохранительных органов.

Сейчас в системе прослеживаемости происхождения древесины сохранилось и действует несколько документов, которые являются центральными и важными – это отчет об использовании лесов, электронный сопроводительный документ и декларация о сделке с древесиной.

В соответствии с принятым законом в практику лесопользования включены два новых документа. Это отчет о балансе древесины на складах хранения и на объектах ее переработки. Указанные документы являются обязательными к исполнению и повседневными.

Формы указанных документов (отчетов) и их содержание (состав сведений) утверждены приказом Минприроды России (Приказ Министерства № 589, 2021).

Следовательно, выстраивается следующая цепочка.

Отчет об использовании лесов (1-ИЛ) – это лесосека, первый объем древесины, который как имущество возникает у собственника в результате заготовки.

Второй документ – электронный сопроводительный документ, который необходим для транспортировки древесины от лесосеки до места складирования или переработки древесины. Оформляется владельцем древесины.

Помимо указанного документа, может быть оформлен еще один в случае возникновения необходимости транспортировки древесины с одного склада хранения на другой, на объект переработки или на экспорт.

На складах хранения древесины или объектах ее переработки (лесоперерабатывающей инфраструктуры) формируются два новых вида отчетов: баланс по складу и отчет о производстве продукции.

Следует отметить, что каждая выполненная техническая операция с древесиной оформляется специальным имущественным документом:

- заготовка древесины – отчет об использовании лесов;
- перемещение (транспортировка) – электронный сопроводительный документ;
- хранение – отчет о балансе на складе;
- переработка – отчет о производстве продукции из древесины.

С начала 2022 г. электронный сопроводительный документ формируется в информационной системе в электронном виде с присвоением идентификационного номера и QR-кода. Форма электронного сопроводительного документа и требования к его заполнению регламентируются нормативно-правовым документом (Постановление Правительства РФ № 2214, 2021).

Ключевым моментом Федерального закона является тот факт, что электронный сопроводительный документ составляется с учетом имеющейся древесины. То есть он минусует объемы транспортируемой древесины из зарегистрированных в ЕГАИС.

Не допускается формирование электронного сопроводительного документа, если у Вас нет достаточного объема зарегистрированной древесины на лесосеке или на складе.

ЕГАИС учета древесины и сделок с ней блокирует возможность создания электронного сопроводительного документа, если объем оформляемой для транспортировки древесины превышает таковой, числящийся на лесосеке или на складе. Тем самым исключается нелегальная вывозка древесины с лесосеки или склада, в чем и состоит главная задача, которую поставил президент.

Законом предусмотрены случаи, когда не требуется оформление вышеуказанных сопроводительных документов. К данным случаям относится заготовка древесины гражданами для собственных нужд, перемещение древесины (трелевка) в границах лесосеки, а также при приобретении древесины в объеме не более 10 м³ в организации розничной торговли или на розничном рынке.

Особо следует подчеркнуть, что оформление электронного сопроводительного документа необходимо вне зависимости от места заготовки древесины. Другими словами, древесина может быть заготовлена как на территории лесного фонда, так и землях иных категорий, в частности обороны, сельскохозяйственного назначения и др.

Предусмотрена возможность формирования всех документов без наличия Интернета на лесосеке или на складе.

Поэтому разработано и уже применяется специальное программное обеспечение – это важная составляющая всей трансформируемой системы ЕГАИС учета древесины и сделок с ней. Это мобильное приложение, которое формирует любой из учетных документов – отчет об использовании лесов, электронный сопроводительный документ, отчет по складу и по переработке древесины. Что немаловажно, абсолютно все эти документы формируются без доступа к сети Интернет.

Указанные документы и содержащиеся в них сведения вносятся в государственный лесной реестр автоматически после завершения формирования.

Имея специальное программное обеспечение, пользователь получает кусочек ЕГАИС учета древесины и сделок с ней, который уезжает вместе с мобильным устройством на лесосеку, где без сети Интернет принимает положительный баланс по лесосеке, формирует баланс по складу и электронный сопроводительный документ.

Система, как калькулятор, плюсует и минусует, выдает решение, что ЕГАИС учета древесины и сделок с ней разрешает или не разрешает сформировать электронный сопроводительный документ. Так программное обеспечение помогает вести учет.

Специальное программное обеспечение устанавливается на мобильном устройстве, а в устройство может зайти только уполномоченное лицо, чтобы сформировать документ в виде зашифрованного файла. Уполномоченное лицо в онлайн-режиме через ЕСИА подтверждает, что отвечает за ведение учета на этом устройстве, затем уходит в офлайн на всю смену и там формирует документы. Только та древесина, которая будет внесена в мобильное приложение, является учтенной.

Следующий важный момент балансовой системы – прекращение действия электронного сопроводительного документа происходит в момент приемки древесины на складе или месте переработки древесины.

В данном случае ЕГАИС получает сигнал о завершении транспортировки и транспортное средство освобождается для осуществления следующей перевозки. Если электронный сопроводительный документ не закрыт, то транспортное средство не может быть вновь использовано для транспортировки очередной партии древесины.

Формат блокировки делает невозможным ведение деятельности с неучтенной древесиной. В этом главное отличие 415-го федерального закона от 3-ФЗ – там наказание за нарушение наступало после его выявления, здесь же система не дает совершить это правонарушение, блокирует в «профилактическом» формате. Законодатель считает, что это самое серьезное повседневное обязательное условие для бизнеса, в чем-то даже эффективнее штрафа.

Оснащение транспорта для перевозки древесины средствами технического контроля, порядок функционирования данных средств и их использования оговорены в специальном приказе Минприроды РФ.

Дополнительно следует отметить, что в настоящее время в Кодекс Российской Федерации об административных нарушениях внесены поправки, в которых расширяется перечень нарушений, за которые предусмотрена административная ответственность, и ужесточены наказания за нарушение требований к обороту древесины. Полагаем, что измененный Кодекс будет в ближайшее время принят.

Предлагается заменить Единую государственную автоматизированную информационную систему учета древесины и сделок с ней (ЛесЕГАИС) на Федеральную государственную информационную систему лесного комплекса (ФГИС ЛК).

ФГИС ЛК – Федеральная государственная информационная система лесного комплекса – цифровая платформа, объединяющая в себе десятки государственных услуг, сведения Государственного лесного реестра, актуальные данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учета древесины и ее прослеживаемости, учета информации о сделках с ней.

Цели внедрения ФГИСЛК:

- предоставление государственных и муниципальных услуг в области лесных отношений онлайн для физических и юридических лиц, государственных и общественных организаций;

- предоставление достоверных данных, необходимых для работы в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, переработки древесины и иных лесных ресурсов;

- предоставление оперативной и достоверной информации о текущем состоянии и изменениях лесных участков, об участниках лесных отношений в Российской Федерации.

В марте 2024 г. к ФГИС-ЛК будут подключены все 89 субъектов Российской Федерации и завершится основной этап цифровизации лесного комплекса.

Предусматривается введение штрафных санкций за несоответствие сведений о характеристиках древесины, за перевозку древесины без оснащения транспорта специальными техническими средствами контроля, за повторную перевозку древесины без сопроводительных документов, за несоблюдение требований к складированию древесины, за нарушение правил предоставления отчетности и некоторые другие нарушения.

С 1 января 2025 г. вступит в силу ст. 96.3 Лесного кодекса об обязательном оснащении транспортных средств приборами контроля. Указанные приборы не только обеспечат контроль за перевозкой древесины, но и на основе использования

сигналов ГЛОНАСС позволят мониторить перемещения лесопожарной техники и средств транспортировки древесины в режиме реального времени. Используемое оборудование будет подключено к ФГИС ЛК, что минимизирует конфликтные ситуации между лесопользователями и контролирующими органами.

Постановлениями Правительства РФ разделены функции контроля и надзора за оборотом древесины.

При осуществлении государственного контроля применяется система оценки и управления рисками, утвержденная Правительством РФ (Постановление Правительства РФ № 1098, 2021). Система включает три категории риска: значительный, умеренный и низкий.

При выполнении государственного надзора за оборотом древесины применяется оценка и управления рисками, утвержденная постановлением Правительства РФ (Постановление Правительства РФ № 1099, 2021), в которой предусмотрено три категории риска: высокий, средний и низкий.

На официальном сайте Рослесхоза (Федеральное агентство..., 2022) опубликован перечень лиц, контролируемых при осуществлении федерального государственного надзора в сфере транспортировки, хранения и переработки древесины и учета сделок с ней по категориям риска. Однако согласно Постановлению Правительства РФ (Постановление Правительства РФ № 336, 2022) в настоящее время действует мораторий на проверочные мероприятия, в связи с чем бизнес освобожден от вынужденных проверок со стороны контролирующих органов.

Таким образом, 3-ФЗ (ФЗ № 3 ..., 2021) предусматривает огромный блок новых обязательных требований в сфере оборота древесины и мер административного характера.

Надзор за соблюдением указанных требований осуществляется Федеральным агентством лесного хозяйства, его территориальными органами и подведомственными учреждениями. На территории Уральского федерального округа (УФО) надзорным органом является Департамент лесного хозяйства по УФО.

Департамент лесного хозяйства по УФО обеспечивает привлечение к административной ответственности за нарушения лесного законодательства в сфере оборота древесины по признакам, зафиксированным ЕГАИС учета древесины и сделок с ней, которую совсем скоро сменит ФГИСЛК.

Но это только отработка правонарушений, выявленных системой при мониторинге информации в системе. Нам необходимо обеспечить надзор за соблюдением обязательных требований на всех этапах движения, хранения и переработки древесины.

Зачастую государственным лесным инспекторам – должностным лицам Департамента лесного хозяйства по УФО – необходимо установить личность собственника древесины (склада), объекта лесоперерабатывающей инфраструктуры.

В соответствии с 248-м федеральным законом (ФЗ № 248 ..., 2020), который регулирует отношения по организации и осуществлению государственного надзора в сфере оборота древесины, должностные лица Департамента не наделены правом ведения оперативной деятельности, в том числе по установлению личности или юридического лица, места их регистрации. И здесь необходимо межведомственное взаимодействие Департамента, МВД России, МЧС России и других силовых структур.

Выводы

1. Введение актуальных нормативно-правовых актов улучшит работу лесного комплекса.
2. Необходима разработка требований к объектам лесоперерабатывающей инфраструктуры, при этом требования к ним должны быть на порядок строже по сравнению с требованиями к местам складирования древесины, так как на объектах лесоперерабатывающей инфраструктуры остается щепа, опил и другие горючие материалы.
3. Для более качественной работы необходимо непрерывное межведомственное взаимодействие государственных органов.

Список источников

- Залесов С. В., Платонов Е. П. К вопросу о необходимости совершенствования нормативно-правовых актов по вопросам лесопользования // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. С. 115–119.
- Лесной кодекс Российской Федерации от 04 декабря 2006 г. № 200-ФЗ. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.11.2023).
- Поручение Президента Российской Федерации от 06 ноября 2020 г. № Пр-1816. URL: <https://base.garant.ru/74877897> (дата обращения: 07.11.2023).
- Постановление Правительства РФ от 30 ноября 2021 г. № 2128 «О порядке определения характеристик древесины и учета древесины». URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 07.11.2023).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 06 декабря 2021 года № 2214 «Об утверждении формы электронного сопроводительного документа на транспортировку древесины и продукции ее переработки, состава сведений, включаемых в электронный сопроводительный документ на транспортировку древесины и продукции ее переработки, а также требований к формату и порядку заполнения электронного сопроводительного документа на транспортировку древесины и продукции ее переработки и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 16 октября 2020 г. № 1696». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 13.11.2023).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 10 марта 2022 г. № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 17.11.2023).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2021 г. № 2017 «Об утверждении требований к размещению и характеристикам складов древесины». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 13.11.2023).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2021 г. № 1098 «О федеральном государственном лесном контроле (надзоре)». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 16.11.2023).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2021 г. № 1099 «О федеральном государственном надзоре в сфере транспортировки, хранения древесины, производства продукции переработки древесины и учета сделок с ними». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 16.11.2023).
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25 августа 2021 г. № 589 «Об утверждении формы, состава сведений, требований к подготовке в электронном виде отчета о древесине, которая поступает на объект лесоперерабатывающей инфраструктуры, древесине, которая перерабатывается, продукции переработки древесины». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 14.11.2023).
- Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19 июля 2022 г. № 729 «Об утверждении порядка ведения журнала учета транспортных средств на бумажном носителе, сроков его хранения и порядка составления акта об отсутствии возможности фиксации транспортных средств с применением средств фиксации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 11.11.2023).
- Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) : офиц. сайт. URL: https://rosleshoz.gov.ru/+data/IMG/fgis_lk_ocherednost_podklucheniya.png (дата обращения: 22.11.2023).

Федеральный закон от 04 февраля 2021 г. № 3-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования лесных отношений». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040014> (дата обращения: 08.11.2023).

Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248 «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).

References

Federal Forestry Agency (Ros-Forestry) : official website. URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (accessed 11.22.2023).

Federal Law № 3-FZ dated February 04, 2021 “On Amendments to the Forest Code of the Russian Federation and Certain Legislative Acts of the Russian Federation in terms of Improving the Legal Regulation of forest relations”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040014> (accessed 08.11.2023).

Federal Law № 248 of July 31, 2020 “On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 11.22.2023).

Forest Code of the Russian Federation № 200-FZ dated December 04, 2006. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 11.19.2023).

Order of the Federal Forestry Agency dated July 19, 2022 № 729: “On approval of the procedure for keeping a record of vehicles on paper, the terms of its storage and the procedure for drawing up an act on the absence of the possibility of fixing vehicles using means of fixation” official website. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 11.11.2023).

Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated August 25, 2021 № 589 “On approval of the form, information, requirements for the preparation of an electronic report on wood that arrives at the object of the timber processing infrastructure, wood that is processed, wood processing products”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 14.11.2023).

Order of the President of the Russian Federation dated November 06, 2020 № Pr-1816. URL: <https://base.garant.ru/74877897> (accessed 07.11.2023).

Resolution of the Government of the Russian Federation dated June 30, 2021 № 1098 “On Federal State Forest Control (supervision)”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 11.16.2023).

Resolution of the Government of the Russian Federation dated June 30, 2021 № 1099 “On Federal State supervision in the field of transportation, storage of wood, production of wood processing products and accounting for transactions with them”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 11.16.2023).

Resolution of the Government of the Russian Federation dated March 10, 2022 № 336 “On the specifics of the organization and implementation of State control (supervision), municipal control”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 17.11.2023).

Resolution of the Government of the Russian Federation dated November 24, 2021 № 2017 “On approval of requirements for the placement and characteristics of timber warehouses”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 11.13.2023).

Resolution of the Government of the Russian Federation № 2128 «On the procedure for determining the characteristics of wood and accounting for wood» [Electronic resource] URL: <https://base.garant.ru> (accessed 07.11.2023) (In Russ.)

Resolution of the Government of the Russian Federation № 2214 dated December 06, 2021 “On Approval of the Form of an electronic Accompanying Document for the Transportation of wood and its Processed Products, the composition of information included in the electronic Accompanying Document for the transportation

of wood and its Processed Products, as well as requirements for the format and procedure for filling in the electronic accompanying document a document for the transportation of wood and its processing products and on the invalidation of the decree of the Government of the Russian Federation dated October 16, 2020. № 1696”. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed 11.13.2023).

Zalesov S. V., Platonov E. P. On the issue of the need to improve regulatory legal acts on forest management // An effective response to modern challenges, taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2021. P. 115–119. (In Russ.)

Информация об авторах

Л. Е. Кузнецов – аспирант;

И. В. Безденежных – кандидат сельскохозяйственных наук, докторант;

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

L. E. Kuznetsov – graduate student;

I. V. Bezdenezhnykh – Candidate of Agricultural Sciences, doctoral student;

S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 15.01.2024; принята к публикации 05.03.2024.

The article was submitted 15.01.2024; accepted for publication 05.03.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 68–76.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 68–76.

Научная статья

УДК 631.4

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.008

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ ПОЧВ РЕЛИКТОВЫХ БОРОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ТЕРРИТОРИЙ

Лидия Андреевна Сенькова

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

senkova_la@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-2597-662X

Аннотация. Почвами островных и ленточных боров Челябинской области являются боровые пески, расположенные на повышенных элементах рельефа среди черноземных почв в лесостепной и степной зонах. Диагностика их сложна в связи с отсутствием строгой терминологии. Почвы Кичигинского бора сформированы на тонкозернистых полиминеральных песчаных продуктах выветривания средних магматических горных пород бурого цвета. Почвы Карагайского бора образованы на осадках разрушения магматических пород кислого состава, представляющего собой крупнообломочный материал материнских пород. Такое происхождение реликтовых почв и произрастающая на них древесная растительность отразились на особенностях их свойств по отношению к зональным черноземным почвам. Количество физической глины по профилям этих почв – значимый показатель различий в гранулометрическом составе, повлиявшем на все диагностические параметры их физических и агрохимических показателей. Свойства боровых песков различаются между собой, отражая условия почвообразования, но характеризуются легким гранулометрическим составом, бедны гумусом и подвижными формами элементов питания. Черноземы, прилегающие к борам, имеют зональные признаки и свойства, сформированы на карбонатных элювиально-делювиальных отложениях, имеют более тяжелый гранулометрический состав, способны фиксировать значительное количество органического вещества и элементов питания. Показатель pH боровых песков ниже, чем в зональных почвах, прилегающих к ним, что указывает на слабое проявление процесса оподзоливания почв под лесами с хвойными породами. Формируясь в различных природных зонах, почвы Карагайского и Кичигинского боров имеют специфические различия, как и черноземные почвы, прилегающие к ним.

Ключевые слова: боровые пески, черноземы, свойства почв, гумус

Для цитирования: Сенькова Л. А. Сравнительная характеристика свойств почв реликтовых боров и прилегающих к ним территорий // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 68–76.

Original article

COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF SOIL PROPERTIES OF RELICT FORESTS AND ADJACENT TERRITORIES

Lydia A. Senkova

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

senkova_la@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-2597-662X

Abstract. The soils of island and ribbon bogs of the Chelyabinsk region are hog sands located on elevated relief elements among chernozem soils in the forest-steppe and steppe zones. Their diagnosis is difficult due to the lack of strict terminology. Soils of Kichiginsky boron are formed on fine-grained polymineral sandy weathering products of medium brown-colored igneous rocks. Soils of Karagayskiy boron are formed on sediments of destruction of magmatic rocks of acidic composition, representing coarse clastic material of mother rocks. Such an origin of relict soils and woody vegetation growing on them reflected in the peculiarities of their properties in relation to zonal chernozem soils. The amount of physical clay in the profiles of these soils is a significant indicator of differences in granulometric composition, which affected all diagnostic parameters of their physical and agrochemical parameters. Properties of hog sands differ among themselves, reflecting conditions of soil formation, but are characterized by light granulometric composition, poor in humus and mobile forms of nutrition elements. The black soils adjacent to the boras have zonal features and properties, formed on carbonate eluvial-deluvial sediments, have heavier granulometric composition, are able to fix a significant amount of organic matter and nutrition elements. The pH indicator of hog sands is lower than in zonal soils adjacent to them, which indicates a weak manifestation of the process of pododzolization of soils under forests with conifers. Being formed in different natural zones, the soils of Karagai and Kichigin bogs have specific differences, as well as chernozem soils adjacent to them.

Keywords: hog sands, chernozems, soil properties, humus

For citation: Senkova L. A. Comparative characterization of soil properties of relict forests and adjacent territories // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 68–76.

Введение

Почва – основной природный ресурс существования и развития любого общества. Значимость почвенного покрова возрастает в связи с лесами, произрастающими на нем и имеющими огромное экологическое и хозяйственное значение. Такое взаимодействие почв и лесных насаждений важно также для познания исторического развития нашей планеты, их сохранения и восстановления. В этом плане особое значение имеют почвы ленточных и островных боров, являющихся остатками, или реликтами, перигляциальной лесостепи ледникового периода.

Почвы реликтовых боров, как и сами боры, играют важную роль в изучении почвообразовательного процесса. С одной стороны, они в своих

свойствах отражают эволюцию почв и растительного мира. По этим нетронутым эталонным участкам природы – индикаторам состояния окружающей среды – можно познать изменения за прошедшие десятилетия и столетия под интенсивным влиянием человека на природу.

С другой стороны, почвы этих боров – прекрасная основа для произрастания сосны, имеющей большое водоохранное и почвозащитное значение. В сосновых борах обитают многочисленные представители лесной флоры и фауны. Поэтому вопрос сохранения естественных экосистем ленточных и островных боров, к настоящему времени часто разрозненных, на основе достоверных данных об их состоянии является особо актуальным и требует принятия срочных мер. Изучение почв

и растительности реликтовых боров проводится в Западной Сибири (Алтайский край), на Южном Урале, в Северном и Восточном Казахстане (Парамонов, 2017; Галецкая, 2007; Фрейберг и др., 2013; Маланьин, 1989; Бугаев, Косарев, 1988). Особенно следует отметить работы А. Г. Гаеля, внесшего большой вклад в изучение песков (Гаель, Смирнова, 1999). Он продвинул ареал дерновых почв, формирующихся в субарктической, таежной и лесной зонах, в степную зону и предложил для песчаных неоподзоленных почв пристепных боров Казахстана термин дерново-боровые.

Медведев В. В. (1979), подразделяет песчаные почвы боров по минералогическому составу на номинеральные (кварцевые) и полиминеральные.

Реликтовые боры, являющиеся памятниками природы в Челябинской области, расположены как в лесостепной, так и степной зонах, на территории Зауральского пенеplена и частично в Западно-Сибирской низменности. Форма боров приурочена к выходам на поверхность плотных магматических горных пород кислого состава или продуктов их выветривания – осадочных песчаных почвогрунтов.

Объекты, цель, задачи и методика исследования

Целью исследования является изучение современного состояния почв Карагайского и Кичигинского боров, расположенных соответственно в лесостепной и степной зонах, на территории Зауральского пенеplена и частично в Западно-Сибирской низменности в пределах Челябинской области.

В задачи входило изучение почв в полевых и лабораторных условиях. Применялся основной метод исследования – комплексный экспедиционный и специальные – сравнительно-географический и сравнительно-аналитический методы. В полевых условиях проведена оценка морфологического состояния почв. Для этого заложены почвенно-геоморфологические профили с разрезами почв на характерных элементах рельефа, дано их морфологическое описание и отобраны образцы почв по генетическим горизонтам.

При изучении почв боров использовался метод сравнения этих почв с зональными почвами – чер-

ноземами, которые были сформированы в четвертичном периоде геологической истории нашей планеты. Поэтому разрезы заложены как в борах, так и на прилегающих к ним угодьях. В лабораторных условиях выполнены анализы почв. Все исследования проведены по общепринятым методикам (Принципы организации..., 1976).

Результаты и обсуждение

Основу почвенного покрова лесостепной и степной зон Челябинской области составляют почвы черноземного типа, сформированные в условиях суббореального семигумидного климата с хорошо выраженной сезонной контрастностью.

Своеобразие происхождения ленточных и островных боров и их почв в этих зонах является их важной особенностью. Образование и расположение таких почв на Южном Урале связано с историей его формирования, в том числе с историей развития здесь растительного покрова (Гельцер, 1986). Интразональность этих почв определяется их расположением в лесостепной и степной зонах. Во всех проведенных исследованиях прослеживаются различия свойств боровых песков и зональных черноземных почв.

Наибольшие расхождения наблюдаются по количеству физической глины. В почве Карагайского бора ее содержание наибольшее в верхнем горизонте АУ (10 %), чему способствуют процессы гумификации и, следовательно, повышенного биологического выветривания минеральной части. Вниз по профилю распределение тонких частиц снижается, но наблюдается их незначительное иллювиирование в переходном горизонте.

В Кичигинском бору аналогичное количество физической глины равномерно снижается вниз по профилю. При сравнении гранулометрического состава почв двух боров наблюдается одна и та же разновидность почв – песчаная, которая обладает хорошей водопроницаемостью, благоприятным воздушным и тепловым режимом.

На прилегающих к борам черноземах выщелоченных и обыкновенных содержание физической глины по профилю высокое (40–46 %), распределение по профилю неравномерное, отражающее

сложный ход их почвообразовательных процессов. При формировании этих почв на смену бедным продуктам разрушения магматических пород пришли осадочные элювиально-делювиальные карбонатные отложения, содержание физической глины в которых значительно выше, чем в материнских породах песчаных почв. Эти породы способствовали активному биологическому круговороту веществ, накоплению органического вещества и проявлению дернового процесса. В результате взаимодействия благоприятных для этого процесса факторов почвообразования сформировались черноземы выщелоченные. Их профиль более дифференцирован по морфологическим признакам, составу и свойствам по сравнению с легкими почвами боров.

Плотность сложения в песках составляет 1,25–1,34 г/см³, что является оптимальным для легких почв. Увеличение плотности по профилю равномерное. Низкая плотность сложения нижних горизонтов связана со скелетностью минеральной части. На прилегающей территории у черноземов выщелоченных изменение плотности сложения неравномерное. Наибольший показатель наблюдается в горизонте BEL и объясняется иллювиированием, характерным для процесса выщелачивания.

Близкие показатели плотности сложения песков Карагайского бора и прилегающих к бору зональных почв свидетельствуют о генетической связи их почвообразующих пород, но претерпевающих ряд изменений в процессах выветривания и почвообразования. Так, увеличение плотности сложения в черноземе выщелоченном обусловлено процессом выщелачивания, а в черноземе обыкновенном – осолонцеванием.

Плотность твердой фазы в почвах Карагайского и Кичигинского боров практически не отличается и составляет 2,6–2,8 г/см³, что свидетельствует о повышенном содержании минералов и низком содержании органического вещества во всех горизонтах этих почв. На прилегающих территориях в зональных почвах в верхних горизонтах плотность твердой фазы составляет 2,48–2,52 г/см³, отражая накопление гумуса. В материнской породе плотность твердой фазы повышается до значений, характерных для боровых песков. Это свидетель-

ствует о генетической связи почв боров и почв прилегающих к ним черноземов.

В почве Карагайского бора и в черноземе выщелоченном прилегающей территории показатели пористости высокие – 53–48 и 50–48 % соответственно. Такие почвы обладают хорошими физическими, водными и воздушными свойствами.

Зональные черноземные почвы, прилегающие к Кичигинскому бору, имеют удовлетворительную пористость, а боровые пески в слабо выраженном горизонте EL имеют пониженный показатель (40–37 %), при котором могут нарушаться воздухообмен и водопроницаемость. Однако в легких почвах пористость может быть представлена крупными порами, способными свободно пропускать воду под действием гравитационных сил (Роде, 1977).

Физические свойства боровых песков Карагайского бора по статистическим показателям имеют большее варьирование в переходных к материнской породе горизонтах, чем в аналогичных почвах Кичигинского бора. Эта особенность свойств почв может быть связана с различием в степени выветривания плотных магматических пород.

Значительного варьирования физических свойств черноземных почв, контактирующих с борами, не прослеживается.

Агрохимические показатели почв боров значительно отличаются от таковых черноземных и серых лесных почв прилегающей к борам территории.

В боровых песках Карагайского и Кичигинского боров содержание гумуса низкое и составляет 2,38 и 3,13 % соответственно.

Распределение гумуса по профилям почв также различно, что связано с различными почвообразовательными процессами в этих почвах (рис. 1–2). Так, в Карагайском бору в почве наблюдается снижение содержания гумуса в горизонте A₁A₂ (EL) до 1,00 %, а в горизонте A₂B (BEL) происходит его передвижение и иллювиирование до 2,70 % (см. рис. 1).

Этому способствует понижение показателя pH до 5,5. Все это, наряду с другими свойствами, свидетельствует о протекании процесса оподзоливания.

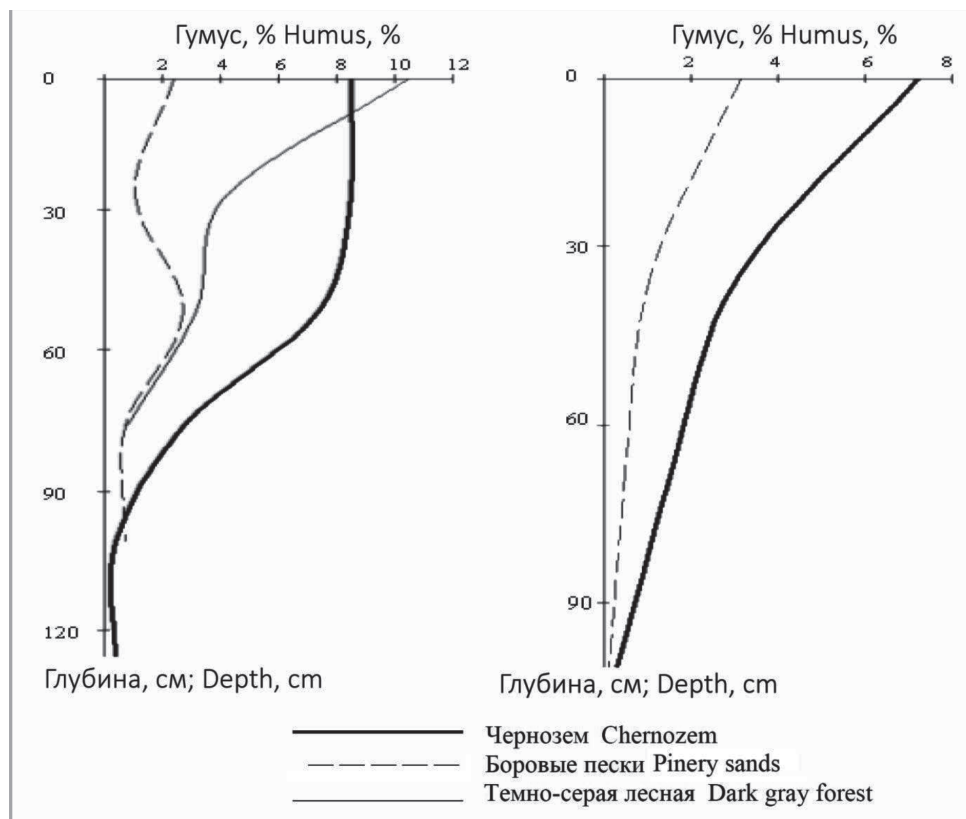


Рис. 1. Содержание гумуса в почвах Карагайского бора и его периферии
 Fig. 1. Humus content in the soils of the Karagai pinery and its periphery

Рис. 2. Содержание гумуса в почвах Кичигинского бора и его периферии
 Fig. 2. Humus content in soils of the Kichigin pinery and its periphery

Такое явление, хотя и негативное с точки зрения плодородия почв, но в зоне лесостепи и степи с лимитированным режимом увлажнения обеспечивает корневые системы древесных растений элементами жизни.

Такой механизм приспособления питания растений выработан в таежно-лесной зоне на низко плодородных подзолистых и дерново-подзолистых почвах.

В Кичигинском бору распределение гумуса по профилю почв более равномерное, иллювиирование весьма слабое (см. рис. 2). Следовательно, процесс оподзоливания отчетливо не выражен, что подтверждают данные анализов плотности сложения, пористости и реакции среды ($pH = 6,5$) в переходном горизонте В.

На прилегающих к борам черноземах содержание гумуса высокое, соответствующее зональному значению (см. рис. 1–2).

Расположение реликтовых боров в различных природных зонах, их материнские породы незна-

чительно повлияли на запасы гумуса в их почвах (рис. 3). В то же время на прилегающих к борам зональных почвах эти показатели различны и подчиняются современным закономерностям. Так, если в контактных с Карагайским бором черноземах выщелоченных лесостепи запасы гумуса по профилю составляют 721 т/га, то в черноземах обыкновенных степной зоны, в зоне расположения Кичигинского бора, всего 314 т/га (см. рис. 3).

Произрастание в борах хвойных лесных пород, мхов и лишайников при слабо развитой травянистой растительности отразилось на актуальной реакции почвенной среды (рис. 4).

Показатель $pH = 6,5$ песков Карагайского бора обусловлен поверхностным распределением системы господствующей древесной растительности, при котором усвояемость фосфора максимальна.

Наименьшим показателем pH (5,6) в боровых песках этого бора характеризуется горизонт ВЕL, который является, по-видимому, горизонтом современного процесса слабого оподзоливания.

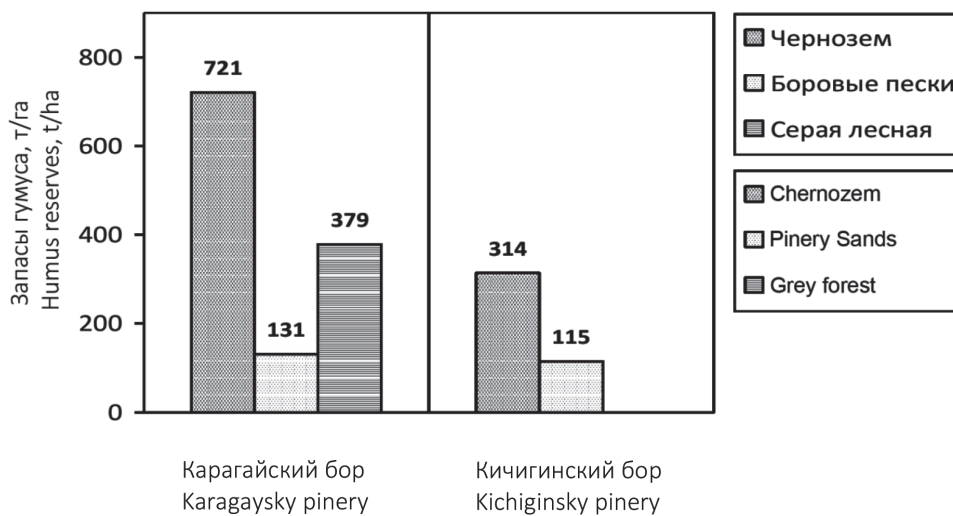


Рис. 3. Запасы гумуса в почвах боров и прилегающих к ним территории
Fig. 3. Humus reserves in soils of pinery and adjacent territories

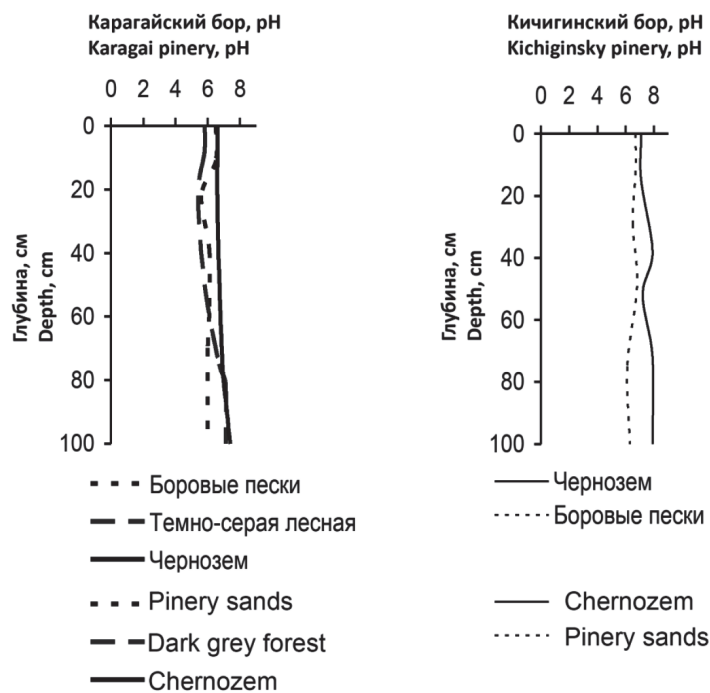


Рис. 4. Актуальная реакция среды в почвах боров и прилегающих к ним территорий
Fig. 4. Actual environmental response in soils of pinery and adjacent areas adjacent territories

Зональные черноземы выщелоченные имеют реакцию среды, близкую к нейтральной, что объясняется процессом выщелачивания в верхних горизонтах и иллювинования карбонатов в переходных горизонтах.

В почве Кичигинского бора показатель pH в горизонте АО близок к таковому песков Карагайского бора и равен 6,0. Однако в этой почве наблю-

дается увеличение кислотности в горизонте ЕL, что объясняется проявлением слабого процесса оподзоливания, связанного с преимущественно кварцевым его составом. Вследствие этого кислые продукты не могут удерживаться, а передвигаются с током воды и фиксируются ниже по профилю.

В черноземах обыкновенных реакция среды нейтральная в гумусовом горизонте. Гумус имеет

способность связывать кальций, следовательно, и формировать горизонт АУ с реакцией среды, близкой к нейтральной. Однако уже в иллювиальном горизонте реакция среды резко возрастает (рН=7,9), что связано с иллювиацией карбонатов из материнских элювиально-делювиальных пород, обогащенных карбонатами кальция, которые отчетливо обнаруживаются морфологически в профиле почвы.

Таким образом, показатель рН боровых песков ниже, чем в зональных почвах, прилегающих к ним, что указывает на слабое проявление процесса оподзоливания.

Обеспеченность боровых песков подвижными элементами питания слабая (таблица).

Содержание и распределение легкогидролизуемого азота по профилю почв аналогично таковым в гумусе.

Обеспеченность подвижным фосфором боровых песков обусловлена слабой биологической аккумуляцией этого элемента при низком его со-

держании в материнских породах, образованных из гранитов.

В черноземах выщелоченном и обыкновенном, прилегающих к реликтовым борам, содержание подвижных элементов питания растений соответствует зональным черноземным почвам. Однако в черноземе обыкновенном содержание подвижного фосфора в верхнем горизонте ниже в 4–5 раз по сравнению с черноземом выщелоченным вследствие выраженной химической поглощательной способности этой почвы, образованной на сильно карбонизированной почвообразующей породе. Резкое снижение содержания фосфора вниз по профилю также обусловлено содержанием карбонатов в почвах. Взаимодействие соединений фосфора и карбонатов дает нерастворимые и, следовательно, недоступные растениям соли.

В Кичигинском бору выделяется верхний горизонт с высоким содержанием подвижного калия (до 260,00 мг/кг почвы). Сильная степень выветривания материнских пород и ослабленный процесс

Содержание подвижных форм элементов питания почв боров и их периферии
Content of mobile forms of nutrition elements in soils of bogs and their periphery

Глубина, см Depth, cm	Содержание подвижных форм, мг/кг Content of mobile forms, mg/kg			Глубина, см Depth, cm	Содержание подвижных форм, мг/кг Content of mobile forms, mg/kg		
	N л. г. N l. g.	P ₂ O ₅	K ₂ O		N л. г. N l. g.	P ₂ O ₅	K ₂ O
Карагайский бор Karagayskiy pinery				Кичигинский бор Kichigin pinery			
Боровые пески Pinery sands				Боровые пески Pinery sands			
4–17	101,00	16,30	42,00	4–16	70,30	60,50	260,00
17–26	21,90	11,50	39,00	16–36	23,00	31,12	55,11
26–55	21,90	10,20	61,50	36–58	16,10	45,90	41,72
55–65	21,90	9,50	52,50	58–91	20,20	57,57	62,50
65 и >	–	7,50	51,30	91 и >	–	–	–
Чернозем выщелоченный Leached black soil				Чернозем обыкновенный Ordinary black soil			
5–50	151,30	120,00	128,00	3–27	102,29	73,70	124,63
50–95	74,10	54,15	220,35	27–49	54,40	16,50	124,04
95–110	66,70	33,75	75,55	49–56	32,02	21,81	120,50
110–132	41,00	40,00	69,00	56–90	40,20	16,02	95,00

оподзоливания в песках этого бора способствует высокому накоплению подвижного калия в верхнем горизонте, что характерно для зональных черноземных почв.

Что касается темно-серой почвы листовного леса, расположенного по периферии Карагайского бора, то интенсивное развития травянистой и древесной растительности здесь способствовало высокому накоплению гумуса и азота. Биологическая активность этих почв способствовала на определенном этапе эволюции активному биологическому выветриванию.

Результатом явились оптимальное содержание физической глины до 25–40 % и появление благоприятных свойств. Эти почвы остаются щебнистыми, что, однако, не снижает их экологическую значимость.

Выводы

По физическим свойствам, содержанию и запасам гумуса, питательным веществам почвы реликтовых боров значительно уступают зональным черноземам, которые имеют более тяжелый гранулометрический состав, сформированы на карбонатных отложениях и способны фиксировать значительное количество органического вещества и элементов питания. Этот факт свидетельствует о большей подверженности деградации почв, особенно эрозионным процессам, и растительности боров не только под влиянием антропогенной нагрузки, но даже естественных факторов лесостепной и степной зон. Исследование комплекса природной обстановки и «памяти почв» таких боров способствует своевременному применению мер по их защите.

Список источников

- Бугаев В. А., Косарев Н. Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул : Алтайск. кн. изд-во, 1988. 312 с.
- Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. Пески и песчаные почвы. М. : Геос, 1999. 252 с.
- Галецкая Г. А. Влияние антропогенных факторов на возобновление сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края : дис. ... канд. с.-х. наук / Галецкая Галина Анатольевна. Барнаул, 2007. 138 с.
- Гельцер Ф. Ю. Ленточные боры. М. ; Л. : Наука, 1986. 149 с.
- Маланьин А. Н., Сметана Н. Г. Островные боры Северного Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1989. 216 с.
- Медведев В. В. Оптимальные агрофизические параметры почв // Агрохимия и почвоведение. Киев : Урожай, 1979. 175 с.
- Пармонов Е. Г., Рыбкина И. Д. Ленточные боры Алтая в период потепления климата // Устойчивое лесопользование. 2017. № 3 (51). С. 33–39.
- Принципы организации и методы стационарного изучения почв / отв. ред. А. А. Роде. М. : Наука, 1976. 305 с.
- Роде А. А. Почвоведение. М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1977. 256 с.
- Фрейберг И. А., Залесов С. В., Терин А. А. Совершенствование технологии восстановления хвойных насаждений // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: <https://inlnk.ru/G6ZAOe> (дата обращения: 10.10.2023).

References

- Bugaev V. A., Kosarev N. G. Forestry of ribbon forests of the Altai Krai. Barnaul : Altai book publishing house, 1988. 312 p.
- Freiberg I. A., Zalesov S. V., Terin A. A. Improvement of the technology of restoration of coniferous plantations // Modern problems of science and education. 2013. № 5. URL: <https://inlnk.ru/G6ZAOe> (accessed 10.10.2023).
- Gael A. G., Smirnova L. F. Sands and sandy soils. Moscow : Geos, 1999. 252 p.
- Galetskaia G. A. Influence of anthropogenic factors on the regeneration of the common pine in the ribbon forests of Altai Krai : Ph. Candidate of Agricultural Sciences. Barnaul, 2007. 138 p.

- Geltser F. Yu.* Tape borings. Moscow ; Leningrad : Nauka, 1986. 149 p.
- Malanyin A. N., Smetana N. G.* Island boras of Northern Kazakhstan. Alma-Ata : Nauka, 1989. 216 p.
- Medvedev V. V.* Optimal agrophysical parameters of soils // Agrochemistry and Soil Science. Kiev : Urozhay, 1979. 175 p.
- Paramonov E. G., Rybkina I. D.* Ribbon forests of Altai in the period of climate warming // Sustainable forest management. 2017. № 3 (51). P. 33–39. (In Russ.)
- Principles of organization and methods of stationary study of soils / ed. by A. A. Rode. Moscow : Nauka, 1976. 305 p.
- Rode A. A. Soil science. Moscow ; Leningrad : Goslesbumizdat, 1977. 256 p.

Информация об авторе

Л. А. Сенькова – доктор биологических наук, доцент.

Information about the authors

L. A. Senkova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 16.10.2023; принята к публикации 28.10.2023.

The article was submitted 16.10.2023; accepted for publication 28.10.2023.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 77–88.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 77–88.

Научная статья

УДК 630.43

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.009

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Роман Константинович Калинин¹, Михаил Валерьевич Ивашнев²,
Алексей Сергеевич Васильев³

^{1, 2, 3} Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

¹ komers.for@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5863-0564>

² ivashnev.mv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7780-9922>

³ alvas@petrsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2349-5600>

Аннотация. Республика Карелия является многолесным субъектом Российской Федерации, в котором, к сожалению, происходит большое число лесных пожаров. Лесные пожары ежегодно наносят огромный экологический и экономический ущерб Республике Карелия. Лесные насаждения по площади и запасу преимущественно представлены хвойными породами. В настоящей работе проведен анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг. Исходными данными служила статистическая информация о лесных пожарах и погодных условиях в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг., по данным Главного управления МЧС России по Республике Карелия, на основе ежегодных докладов о состоянии защиты населения и территории Республики Карелия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также информация о средней температуре и осадкам, по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Проанализированы выявленные закономерности и связи между статистическими показателями ущерба и площади, пройденной лесными пожарами. Масштабы материального (экономического) ущерба оцениваются около 1,2 млн руб. на один пожар. На каждый природный пожар в среднем приходилась площадь, равная 17 га. Установлено, что возникновение природных пожаров происходит ежегодно на территории всей Карелии. В большей степени количество и площадь пожаров определяются погодными условиями летнего периода. Также возникновение лесных пожаров зависит от наличия и скопления лесных горючих материалов и соблюдения населением правил пожарной безопасности.

Ключевые слова: лесной пожар, площадь пожара, экономический ущерб, корреляционная зависимость

Для цитирования: Калинин Р. К., Ивашнев М. В., Васильев А. С. Динамика лесных пожаров на территории Республики Карелия // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 77–88.

Original article

DYNAMICS OF FOREST FIRES IN THE REPUBLIC OF KARELIA

Roman K. Kalinin¹, Mikhail V. Ivashnev², Alexey S. Vasiliev³

^{1,2,3} Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

¹ komers.for@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5863-0564>

² ivashnev.mv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7780-9922>

³ alvas@petrsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2349-5600>

Abstract. The Republic of Karelia is a region abundant in diverse forests within the Russian Federation, unfortunately experiencing a substantial number of forest fires. These annual occurrences inflict significant ecological and economic damage upon the Republic of Karelia. The forested areas, both in terms of extent and stock, predominantly consist of coniferous species. This study undertakes an analysis of the dynamics of forest fires in the Republic of Karelia from 2009 to 2021. The primary data source comprises statistical information on forest fires and meteorological conditions in the Republic of Karelia during this period, obtained from the Main Directorate of the Russian Emergencies Ministry in the Republic of Karelia based on annual reports on the state of protection of the population and territory of the Republic of Karelia from natural and man-made emergencies. Additionally, information on average temperature and precipitation is sourced from the Karelian Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. The study delves into identifying patterns and connections between statistical indicators of damage and the extent covered by forest fires. The scale of material (economic) damage from a single fire amounted to approximately 1.2 million rubles per incident. On average, each natural fire covered an area of 17 hectares. It was established that natural fires occur annually throughout the entirety of Karelia, with the quantity and extent of fires predominantly influenced by the weather conditions during the summer period. The occurrence of forest fires is also contingent upon the presence and accumulation of combustible forest materials, as well as compliance with fire safety regulations by the population.

Keywords: forest fire, fire area, economic damage, correlation dependence

For citation: Kalinin R. K., Ivashnev M. V., Vasiliev A. S. Dynamics of forest fires in the Republic of Karelia // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 77–88.

Введение

Республика Карелия расположена на северо-западе Российской Федерации и входит в состав Северо-Западного федерального округа. Территория Республики Карелия занимает 180,5 тыс. км², что составляет 1,06 % территории Российской Федерации (Республика Карелия в цифрах, 2022). Территория республики представляет собой холмистую равнину с множеством озер, плоских и возвышенных скал. Сравнительно влажный и холодный климат при преобладании атмосферных осадков над испарением создают условия для формирования двух основных почвообразовательных процессов: подзолистого и болотного. Под хвойными

и хвойно-лиственными лесами формируются подзолистые почвы. Основные черты таких почв включают низкое содержание гумуса и элементов питания растений, кислую среду, а также неблагоприятные влажно-воздушные и тепловые условия.

Общая площадь лесов Республики Карелия составляет 14471,7 тыс. га, из них 4616,7 тыс. га – защитные леса; 9855,0 тыс. га – эксплуатационные леса. Территория Республики Карелия относится к таежной лесорастительной зоне и двум лесным районам – Карельскому северо-таежному и Карельскому таежному. Сравнительная характеристика двух лесных районов представлена в табл. 1 (Лесной план..., 2018).

Таблица 1
Table 1

Сравнительная характеристика лесных районов Республики Карелия
Comparative characteristics of the forest areas of the Republic of Karelia

Показатели Indicators	Карельский северо-таежный Karelian North Taiga	Карельский таежный Karelian Taiga
Общая площадь лесов, тыс. га Total forest area, thousand hectares	8646,2	6270,2
Общий запас древесины, % Total wood stock, %	40	60
Средний запас насаждений на 1 га, м ³ /га Average stock of plantings per 1 ha, m ³ /ha	83	133

Основные лесобразующие породы на территории Республики Карелия представлены в табл. 2 (Лесной план..., 2018).

Лесные насаждения по площади и запасу преимущественно представлены хвойными породами. Прочие лесобразующие породы представлены кедром и лиственницей искусственного происхождения, а также ольхой серой и ольхой черной естественного происхождения.

Лесные пожары являются одним из основных факторов, вызывающих ослабление, деградацию и гибель насаждений. Большинство крупных пожаров возникает в Карельском северо-таежном лесном районе.

Вследствие низкой плотности населения, слабо развитой дорожной сети своевременная доставка сил и средств пожаротушения в указанных районах затруднена.

Таблица 2
Table 2

Лесобразующие породы на территории Республики Карелия
Dominant tree species in the territory of the Republic of Karelia

Основные породы The main breeds	Площадь Square		Запас Reserve	
	тыс. га thousand hectares	%	млн м ³ million m ³	%
Сосна Pine	6106,6	64,1	596,4	58,3
Ель Fir	2281,9	24,0	294,4	28,8
Береза Birch tree	1045,5	11,0	117,1	11,5
Осина Aspen	68,5	0,7	12,2	1,2
Прочие* Others*	20,6	0,2	2,3	0,2
Всего Total	9523,1	100	1022,4	100

* Кедр, лиственница, ольха серая, ольха черная.

* Cedar, larch, gray alder, black alder.

Лесные пожары ежегодно наносят огромный экологический и экономический ущерб не только в Российской Федерации, но и на территориях стран с похожими климатическими условиями (Hall R. J. et al., 2020).

Вся территория Республики Карелия относится к зоне авиационного мониторинга лесов. По способам применения сил и средств территория разделена на районы наземной и авиационной охраны. К району применения наземных сил и средств относится 53 % территории лесного фонда (территории, куда возможно доставить силы и средства пожаротушения наземным транспортом за время до трех часов). Зона преимущественного применения авиационных сил и средств пожаротушения составляет порядка 47 % территории.

В 2021 г. непростая ситуация, связанная с лесными пожарами, сложилась в Республике Карелия (Официальный интернет-портал Республики Карелия, 2021). Лесопожарный период 2021 г. еще раз показал, как беспощадна может быть огненная стихия.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель исследования – анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Объектом исследования являются лесные пожары на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Исходя из цели исследования, определены следующие задачи:

– обработать статистические данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.;

– сопоставить показатели лесных пожаров на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг. с погодными условиями (температурой наружного воздуха, количеством осадков).

Исходными данными служила статистическая информация о лесных пожарах и погодных условиях в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг., по данным Главного управления МЧС России по Республике Карелия, на основе еже-

годных докладов о состоянии защиты населения и территории Республики Карелия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также по информации о средней температуре и осадкам, по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Рассмотрим особенности прохождения лесопожарных периодов по годам начиная с 2009 г.

В пожароопасный сезон 2009 г. произошло 176 лесных пожаров (из них крупных – 5), площадь, затронутая пожарами, составила 1614 га. В 2009 г. ущерб составил 118,4 млн руб., в том числе затраты на тушение – 6,0 млн руб.

Лесопожарная обстановка 2010 г. в Республике Карелия была оценена как сложная, но контролируемая. В 2010 г. в Карелии зафиксирован 461 лесной пожар (в том числе крупных – 25) на площади 6843,5 га. Ущерб только от крупных лесных пожаров в 2010 г. составил 334,4 млн руб. Всего на тушение природных пожаров затрачено 318,0 млн руб.

Пожароопасный сезон 2011 г. в Карелии отмечен 537 лесными пожарами (4 крупных), площадь пожаров составила 5299 га. Ущерб от природных пожаров в 2011 г. составил 484,6 млн руб., при этом издержки на тушение – 15,0 млн руб.

Дополнительно на вышках сотовых операторов в 2011 г. было установлено 19 видеокамер. Информация, получаемая от них, была выведена на 15 локальных мониторинговых центров, позволяющих в круглосуточном режиме осуществлять мониторинг обстановки в лесах в режиме реального времени.

В 2012 г. зафиксировано 55 природных пожаров площадью 206,48 га. Ущерб от природных пожаров в 2012 г. составил 13,2 млн руб., в том числе издержки непосредственно на тушение – 3,2 млн руб. В целях дальнейшего развития системы видеомониторинга для обнаружения природных пожаров число задействованных видеокамер увеличилось до 23 шт.

В пожароопасный сезон 2013 г. ухудшило обстановку то, что в лесах установилась жаркая сухая погода, при этом осадки почти отсутствовали. Всего в 2013 г. в Карелии произошло 395 природных

пожаров (из них 34 крупных), площадь которых составила 14 477,48 га. Ущерб от природных пожаров в 2013 г. – 1 752,3 млн руб., из них на тушение ушло 43,2 млн руб.

В пожароопасном сезоне 2014 г. в Карелии зафиксировано 433 лесных пожара площадью 2 824,75 га. Ущерб от природных пожаров в 2014 г. составил 281,6 млн руб., из них издержки на тушение пожаров – 3,9 млн руб.

В 2015 г. зафиксирована низкая горимость лесов. Всего в этот период на территории Карелии произошло 73 лесных пожара площадью 83,19 га. Ущерб составил 11,0 млн руб., при этом издержки на тушение – 3,5 млн руб.

В пожароопасный сезон 2016 г. зафиксировано 149 природных пожаров на площади 318,81 га. Ущерб от природных пожаров составил 37,3 млн руб., при этом на тушение затрачено 8,7 млн руб.

В 2017 г. произошло всего 35 лесных пожаров на общей площади 92,5 га. Ущерб от природных пожаров составил 11,2 млн руб., из них на тушение затрачено 2,6 млн руб.

В пожароопасном сезоне 2018 г. зафиксировано 311 природных пожаров на территории 1 931,1 га. Ущерб от природных пожаров составил 111,4 млн руб., при этом на тушение затрачено 28,8 млн руб.

В 2019 г. в Карелии отмечено 110 лесных пожаров (2 крупных) площадью 595,09 га. Ущерб от лесных пожаров в 2019 г. составил 12,5 млн руб., из них на тушение – 9,1 млн руб.

В 2020 г. также была отмечена невысокая горимость лесов. На землях лесного фонда в республике произошел 141 пожар площадью 520 га. Ущерб от природных пожаров в 2020 г. составил 15,8 млн руб., в том числе на тушение – 11,5 млн руб.

В 2021 г. в Карелии зафиксированы 302 лесных пожара (в том числе крупных – 4) на площади 19 341,0 га. Ущерб только от крупных лесных пожаров в 2021 г. составил 91,0 млн руб.

Обработка результатов исследования проводилась методами математической статистики с применением современных средств вычислительной техники.

Результаты исследования и их обсуждение

Ежегодно природные пожары возникают по всей Карелии. Их количество и размеры определяются погодными условиями, состоянием лесных массивов и лесных горючих материалов, а также соблюдением правил пожарной безопасности в лесах. В табл. 3 сведены данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

По определению крупный лесной пожар занимает площадь 25 га и более в районе применения наземных сил и средств пожаротушения и 200 га и более в районе применения авиационных сил и средств пожаротушения и зоне контроля (Приказ Минприроды России, 2022). В период с 2009 по 2021 гг. количество крупных пожаров по отношению к общему количеству в среднем составило около 2 %. Анализ общей площади горимости леса за период 2009–2021 гг. показал, что в лесах Карелии возникло 3 178 лесных пожаров на площади 54 146,9 га (рис. 1, 2).

Наибольшее количество лесных пожаров зафиксировано в 2011 г. (537 пожаров), повышенной горимостью лесов (средняя площадь одного пожара 10 га и более) также отметились 2010, 2011, 2013 и 2021 гг.

В табл. 4 сведены вычисления корреляции показателей лесных пожаров и погодных условий на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Из табл. 4 следует, что существует достаточно сильная зависимость между общей площадью, пройденной пожарами, и среднесуточной температурой за три летних месяца, коэффициент корреляции $r=0,79$. Количество лесных пожаров за 2009–2021 гг. также связано с среднесуточной температурой наружного воздуха за три летних месяца, коэффициент корреляции $r=0,78$. Чем выше температура, тем больше зафиксировано лесных пожаров. Ущерб от лесных пожаров достаточно сильно коррелирует с площадью лесных пожаров, $r=0,99$. На рис. 3–5 приведены графики корреляции указанных зависимостей с линейным корреляционным уравнением и величиной достоверности аппроксимации.

Таблица 3

Table 3

Сводные данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия
Summary data on forest fires in the Republic of Karelia

Годы Years	Показатели Indicators						
	Площадь пожаров, га Area of fires, ha	Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	Ср. суточная температура, °С* Wed. daily temperature, °C	Ср. месячное количество осадков, мм* Wed. monthly rainfall, mm	Заграты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.	Ущерб от крупных пожаров, млн руб. Damage from large fires, million rub.
2009	1614,0	176 (5)	14,6	100,3	6,0	118,4	–
2010	6843,5	461 (25)	17,5	60,0	318,0	–	334,4
2011	5299,0	537 (4)	16,9	71,7	15,0	484,6	–
2012	206,5	55	15,1	97,0	3,2	13,2	–
2013	14477,5	395 (34)	16,8	65,7	43,2	1752,3	–
2014	2824,8	433	15,9	54,0	3,9	281,6	–
2015	83,2	73	14,6	65,0	3,5	11,0	–
2016	318,8	149	16,0	132,3	8,7	37,3	–
2017	92,5	35	14,3	68,7	2,6	11,2	–
2018	1931,1	311	16,3	67,0	28,8	111,4	–
2019	595,1	110 (2)	14,5	69,3	9,1	12,5	–
2020	520,0	141	15,6	52,0	11,5	15,8	–
2021	19341,0	302 (4)	18,0	96,7	–	–	91,0

* За три летних месяца (по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

* For three summer months (according to the Karelian Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring).

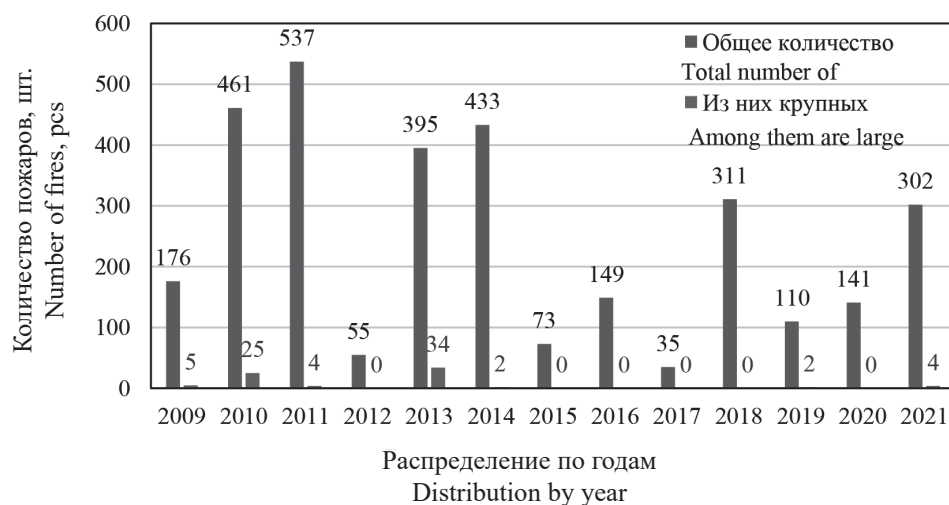


Рис. 1. Динамика количества лесных пожаров в период с 2009 по 2021 гг.
Fig. 1. Dynamics of the number of forest fires during the period from 2009 to 2021

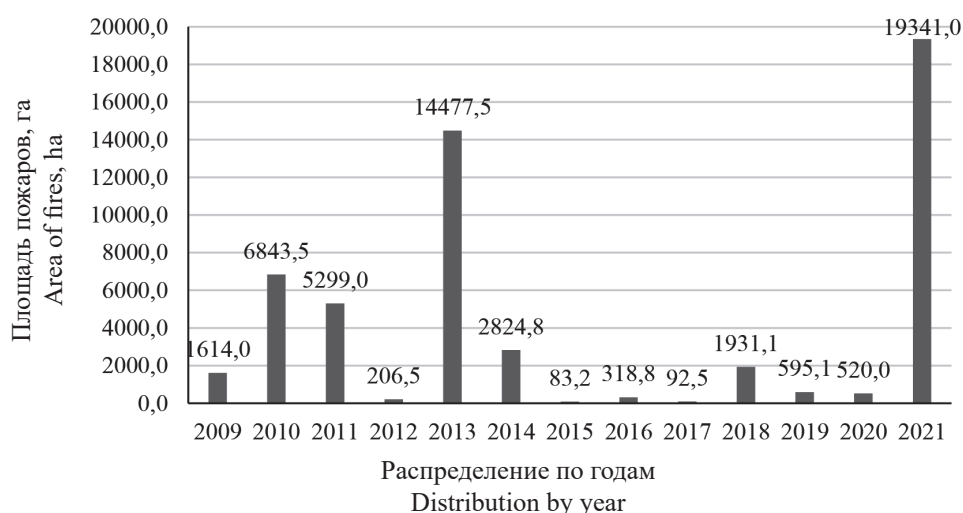


Рис. 2. Динамика площади, пройденной лесными пожарами в период с 2009 по 2021 гг.
Fig. 2. Dynamics of the area affected by forest fires during from 2009 to 2021

Таблица 4
Table 4

Сводные данные вычисления корреляции между показателями лесных пожаров и погодными условиями на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.
Summary data on the correlation calculations between indicators of forest fires and weather conditions in the territory of the Republic of Karelia from 2009 to 2021

Показатели Indicators	Площадь пожаров, га Area of fires, ha	Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	Ср. суточная температура, °C Wed. daily temperature, °C	Ср. месячное количество осадков, мм Wed. monthly rainfall, mm	Затраты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.
Площадь пожаров, га Area of fires, ha	1	–	–	–	–	–
Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	0,53	1	–	–	–	–
Ср. суточная температура, °C Wed. daily temperature, °C	0,79	0,78	1	–	–	–
Ср. месячное количество осадков, мм Wed. monthly rainfall, mm	0,02	–0,30	0,00	1	–	–
Затраты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	0,40	0,46	0,61	–0,23	1	–
Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.	0,99	0,58	0,61	–0,20	0,81	1

В деле принятия стратегических решений по сохранению лесных ресурсов от огня важным является использование аналитических данных предыдущих лет. Авторами работ (Монгуш, Гаврилова, 2020; Петров, 2020; Подрезов, 2020; Подрезов и др., 2020; Руденко, Ахметшин, 2020) были

проанализированы экологический и экономический ущерб от лесных пожаров по различным регионам Российской Федерации, а также проблемы оценки экономической целесообразности тушения лесных пожаров (Зейнетдинова, 2020; Ивахова, Мурадханова, 2020; Крот, 2021; Лизихина, 2020).

За рубежом также ведется работа по разработке эффективных методов оценки экономического ущерба от лесных пожаров (Mann et al., 2020; Silva, González-Cabán, 2010).

Для борьбы с лесными пожарами ученые пытаются разработать интерфейсы в глобальном масштабе (Kim et al., 2021). С развитием технологий на передний край выходят методы дистанционного обнаружения и оценки ущерба лесных

пожаров (Архипкин и др., 2014; Goetz et al., 2006; Shahramanyan et al., 2019).

В настоящее время не представляется возможным точно оценить экономический ущерб от лесных пожаров, поэтому в статье приведены только оценки ущерба, слагаемого из расходов на тушение лесных пожаров, а также от потери лесных ресурсов.

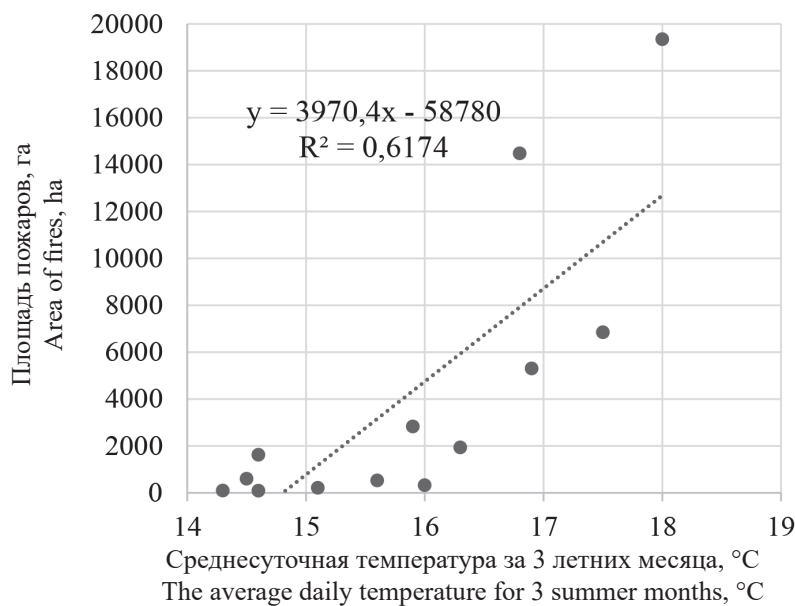


Рис. 3. Диаграмма зависимости площади пожаров от среднесуточной температуры
 Fig. 3. Diagram of the dependence of the fire area on the average daily temperature

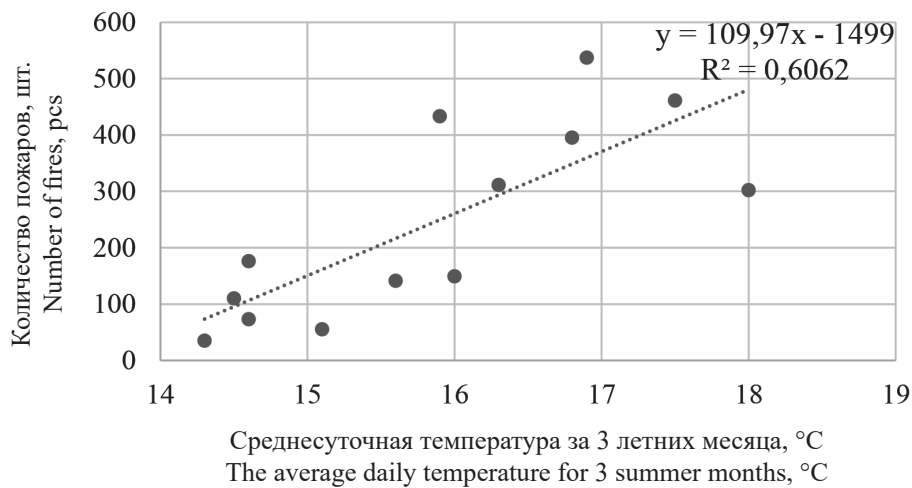


Рис. 4. Диаграмма зависимости количества пожаров от среднесуточной температуры
 Fig. 4. Diagram of the dependence of the number of fires on the average daily temperature

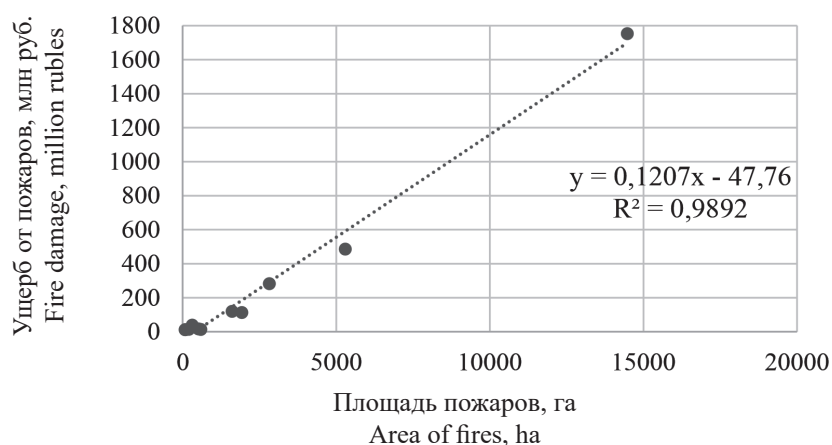


Рис. 5. Диаграмма зависимости экономического ущерба от площади пожаров

Fig. 5. Diagram of the dependence of economic damage on the area of fires

Оценим масштабы материального (экономического) ущерба от одного пожара V_j по следующей формуле:

$$V_j = \frac{V_o}{N},$$

где V_o – общий ущерб от пожаров, млн руб.;

N – количество пожаров, шт.

В 2020–2021 гг. стоимость древесиныкратно возросла, а значит, и ущерб в результате лесных пожаров может иметь соответствующий рост (Харлова, 2021). Масштабы материального (экономического) ущерба от одного пожара за 2009, 2011–2020 гг. составили около 1,2 млн руб. на один пожар. На каждый природный пожар за 2009–2021 гг. в среднем приходилась площадь, равная 17 га.

Выводы

В настоящей работе проведен анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг. Установлено, что возникновение природных пожаров происходит ежегодно на территории всей Карелии. В большей степени количество и площадь пожаров определяется по-

годными условиями летнего периода. Выявлена значительная связь между площадью пожаров и среднесуточной температурой летом (коэффициент корреляции $r=0,79$), а также между количеством пожаров и температурой (коэффициент корреляции $r=0,78$). Наблюдается также значительная корреляция между ущербом от лесных пожаров и площадью пожаров (коэффициент корреляции $r=0,99$).

Возникновение лесных пожаров зависит от наличия скопления лесных горючих материалов и соблюдения населением правил пожарной безопасности. Поэтому для уменьшения размеров эколого-экономического ущерба крайне необходимо выявлять лесной пожар на ранних этапах его развития, не допускать развитие пожара до крупных размеров, ликвидировать пожар в короткие сроки доступными силами и средствами, при этом не пренебрегая дополнительными финансовыми затратами. В связи с этим необходимо увеличивать средства мониторинга состояния леса в пожароопасные периоды, а также вести работу по планированию и предупреждению возникновения лесных пожаров.

Список источников

- Архипкин О. П., Сагатдинова Г. Н., Бралинова Ж. А. Дистанционная оценка ущерба от лесных пожаров в системе космического мониторинга ЧС в Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. 2014. Т. 11. № 3. С. 203–214.
- Зейнетдинова О. Г. Эколого-экономический ущерб от лесных пожаров на примере Ивановской области // Пожарная и аварийная безопасность. 2020. № 1. С. 83–87.

- Ивахова А. М., Муратханова Ю. Р.* Проблемы оценки экономической целесообразности тушения лесных пожаров // Российская наука: актуальные исследования и разработки. 2020. С. 171–174.
- Крот А. А.* К проблеме определения экономического ущерба от лесного пожара: пути решения // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2021. № 1. С. 229–237.
- Лесной план Республики Карелия на 2019–2028 годы : утв. распоряжением главы Республики Карелия А. О. Парфенчиковым от 24 декабря 2018 г. № 731-р. URL: <https://gov.karelia.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Лизихина И. А.* Лесные пожары и экономический ущерб, связанный с ними // Безопасный и комфортный город. 2020. С. 460–462.
- Монгуш Ч.М., Гаврилова Ю.В.* Анализ ущерба от лесных пожаров на территории Красноярского края // Современные проблемы пожарной безопасности: теория и практика (FireSafety 2020) : матер. II Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2020. 240 с.
- Официальный интернет-портал Республики Карелия. 2021. URL: <https://gov.karelia.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Петров А. Н.* Стохастическая модель для прогнозирования резерва средств на тушение лесных пожаров / Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 1 (34). С. 16–23.
- Подрезов Ю. В.* Особенности экспресс-оценки ущерба при чрезвычайных лесопожарных ситуациях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2020. № 6. С. 52–57.
- Подрезов Ю. В., Диденко С. Л., Ермаков С. Г.* Особенности оценки последствий и ущерба от лесных пожаров // Технологии гражданской безопасности. 2020. Т. 17. № 3 (65). С. 4–6.
- Приказ Минприроды России от 01.04.2022 г. № 244 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров». URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Республика Карелия в цифрах 2022 : краткий статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия (Карелиястат). Петрозаводск, 2022. 125 с.
- Руденко А. В., Ахметшин А. А.* Использование индекса DMCI для мониторинга и определения ущерба от лесных пожаров на примере Катангского района Иркутской области в 2015–2019 годах // Экономика в меняющемся мире. IV Всерос. экон. форум : сб. науч. тр. Казань, 2020. С. 15–18.
- Харлова Е. В.* Влияние пандемии на лесную отрасль // Вектор экономики. 2021. № 9. URL: <https://www.vectoreconomy.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Goetz S. J., Fiske G. J., Bunn A. G.* Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada. *Remote Sensing of Environment*. 2006. Volume 101. P. 352–365. DOI: 10.1016/j.rse.2006.01.011
- Generating annual estimates of forest fire disturbance in Canada : the National Burned Area Composite / *R. J. Hall, R. S. Skakun, J. M. Metsaranta* [et al.] // *International Journal of Wildland Fire*. 2020. 29 (10). P. 878–891. DOI: 10.1071/WF19201
- Kim Y. S., Rodrigues M., Robinne F. N.* Economic drivers of global fire activity: A critical review using the DPSIR framework // *Forest Policy and Economics*. 2021. Volume 131. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102563
- Evaluating economic impacts of prescribed fire in the Central Hardwood Region / *D. P. Mann, J. K. Wiedenbeck, D. S. Day, M. R. Saunders* // *Journal of Forestry*. 2020. Volume 118. № 3. P. 275–288.
- Remote Sensing of the Earth from Space to Determine the Economic Damage from Forest Fires / *M. Shahramanyan, M. Danilina, A. Ovsianik* [et al.] // *Advances in intelligent systems and computing*. 2021. Volume 1259. P. 562–576.
- Silva F. R., González-Cabán A.* SINAMI: a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems // *International Journal of Wildland Fire*. 2010. № 19. P. 927–936.

References

- Arkipkin O. P., Sagatdinova G. N., Bralinova J. A.* Remote assessment of damage from forest fires in the space emergency monitoring system in Kazakhstan. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2014. Vol. 11. № 3. P. 203–214. (In Russ.)
- Evaluating economic impacts of prescribed fire in the Central Hardwood Region / *D. P. Mann, J. K. Wiedenbeck, D. S. Day, M. R. Saunders* // *Journal of Forestry*. 2020. Vol. 118. № 3. P. 275–288.
- Forest Plan of the Republic of Karelia for 2019–2028. Approved by Order of the Head of the Republic of Karelia A. O. Parfenchikov dated December 24, 2018 № 731-R. URL: <https://gov.karelia.ru> (accessed 10.01.2024).
- Goetz S. J., Fiske G. J., Bunn A. G.* Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada. *Remote Sensing of Environment*. 2006. Vol. 101. P. 352–365. DOI: 10.1016/j.rse.2006.01.011
- Generating annual estimates of forest fire disturbance in Canada : the National Burned Area Composite / *R. J. Hall, R. S. Skakun, J. M. Metsaranta* [et al.] // *International Journal of Wildland Fire*. 2020. 29 (10). P. 878–891. DOI: 10.1071/WF19201
- Ivakhova A. M., Muratkhanova Y. R.* Problems of assessing the economic feasibility of extinguishing forest fires // *Russian science: current research and development*. 2020. P. 171–174. (In Russ.)
- Kim Y. S., Rodrigues M., Robinne F. N.* Economic drivers of global fire activity: A critical review using the DPSIR framework // *Forest Policy and Economics*. 2021. Vol. 131. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102563
- Kharlova E. V.* The impact of the pandemic on the forest area // *Vector of Economics*. 2021. № 9. URL: <https://www.vectoreconomy.ru> (accessed 10.01.2024).
- Krot A. A.* On the problem of determining the economic damage from a forest fire: solutions // *Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement*. 2021. № 1. P. 229–237. (In Russ.)
- Lizikhina I. A.* Forest fires and economic damage associated with them // *Safe and comfortable city*. 2020. P. 460–462. (In Russ.)
- Mongush Ch. M., Gavrilova Yu. V.* Analysis of damage from forest fires in the Krasnoyarsk territory // *Modern problems of fire safety: theory and practice (fire protection 2020) : materials of the second All-Russian Scientific and Practical conference*. Krasnoyarsk, 2020. 240 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 04.01.2022 № 244 “On approval of the Rules for extinguishing forest fires”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.01.2024).
- Petrov A. N.* Stochastic model for forecasting the reserve of funds for extinguishing forest fires // *Modern problems of civil protection*. 2020. № 1 (34). P. 16–23. (In Russ.)
- Podrezov Yu. V.* Features of express damage assessment in emergency forest fire situations // *Problems of safety and emergency situations*. 2020. № 6. P. 52–57. (In Russ.)
- Podrezov Yu. V., Didenko S. L., Ermakov S. G.* Features of assessing the consequences and damage from forest fires // *Technologies of civil safety*. 2020. Vol. 17. № 3 (65). P. 4–6. (In Russ.)
- Remote Sensing of the Earth from Space to Determine the Economic Damage from Forest Fires / *M. Shahramanyan, M. Danilina, A. Ovsianik* [et al.] // *Advances in intelligent systems and computing*. 2021. Volume 1259. P. 562–576.
- Rudenko A. V., Akhmetshin A. A.* Using the rope index for monitoring and determining damage from forest fires on the example of the Katanga district of the Irkutsk region in 2015–2019 // *Economics in a changing world. IV All-Russian Economic Forum. Collection of scientific papers*. Kazan, 2020. P. 15–18. (In Russ.)
- Silva F. R., González-Cabán A.* SINAMI: a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems // *International Journal of Wildland Fire*. 2010. № 19. P. 927–936.
- The official Internet portal of the Republic of Karelia. 2021. URL: <https://gov.karelia.ru> (accessed 10.01.2024).

The Republic of Karelia in figures 2022: a short statistical collection / Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Karelia (Kareliastat). Petrozavodsk, 2022. 125 p.

Zeynetdinova O. G. Ecological and economic damage from forest fires on the example of the Ivanovo region // Fire and emergency safety. 2020. № 1. P. 83–87. (In Russ.)

Информация об авторах

Р. К. Калинин – преподаватель;

М. В. Ивашинев – доктор технических наук, профессор;

А. С. Васильев – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

R. K. Kalinin – Lecturer;

M. V. Ivashnev – Doctor of Technical Sciences, Professor;

A. S. Vasiliev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 22.01.2024; принята к публикации 22.02.2024.

The article was submitted 22.01.2024; accepted for publication 22.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 89–95.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 89–95.

Научная статья

УДК 631.961(470.620)

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.010

ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

Николай Владимирович Примаков

Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

nik-primakov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9225-024X>

Аннотация. Состояние агроландшафтов оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, а следовательно, несет угрозу продовольственной безопасности страны. Нами проведены исследования на территории Краснодарского края, цель которых – изучение влияния существующих полезащитных лесомелиоративных насаждений на защищенность агроландшафтов Краснодарского края, установление зависимости между высотой лесных полос и защищенностью поля. В работе применен метод математического моделирования. Основными древесными породами лесных насаждений являются ясень зеленый, ясень пенсильванский, робиния лжеакация. Установлено, что более 80 % обследуемых лесных насаждений имеют плотную конструкцию. Применение метода моделирования на основе матриц в рассматриваемых условиях позволило уточнить влияние конструкции лесной полосы на межполосное пространство, приняв ее за постоянно (const) плотную. Однако ситуацию можно было бы исправить, применив комплекс мероприятий по восстановлению рекомендуемой ажурной конструкций полезащитных лесных полос. Установлены зависимости влияния лесных полос от их высоты и конструкции на поля агроландшафтов. При высоте лесной полосы 19,7 м максимальная дальность влияния составила 650,1 м, при 11,6 м – 328,8 м.

Ключевые слова: лесная полоса, матрица, конструкция, высота, агроландшафт, защита поля

Для цитирования: Примаков Н. В. Влияние полезащитных лесных полос на состояние агроландшафтов // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 89–95.

Original article

INFLUENCE OF FOREST SHELTER BELTS ON THE CONDITION OF AGROLANDSCAPES

Nikolay V. Primakov

Kuban State University, Krasnodar, Russia

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilina, Krasnodar, Russia

nik-primakov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9225-024X>

Abstract. The state of agricultural landscapes affects the productivity of agricultural crops, and therefore poses a threat to the country's food security. We have conducted research on the territory of the Krasnodar Territory, the purpose of which is to study the influence of existing field-protective forest reclamation plantings on the protection of agricultural landscapes of the Krasnodar Territory, to establish the relationship between the height of forest strips and field protection. The method of mathematical modeling is used in this work. The main tree species of forest plantations are: green ash, Pennsylvania ash, black locust. It was found that more than 80 % of the surveyed forest plantations have a dense structure. The use of a matrix-based modeling method under the conditions under consideration made it possible to clarify the influence of the forest strip design on the interstrip space, taking it as constantly (const) dense. However, the situation could be corrected by applying a set of measures to restore the recommended openwork structures of shelterbelts. The dependence of the influence of forest strips on their height and design on the fields of agricultural landscapes has been established. With a forest belt height of 19,7 m, the maximum range of influence was 650,1 m, with 11,6 m – 328,8 m.

Keywords: forest belt, matrix, design, height, agricultural landscape, field protection

For citation: Primakov N. V. Influence of forest shelter belts on the condition of agrolandscapes // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 89–95.

Введение

В 2023 г. перед Россией стоят новые вызовы. К главным задачам независимости нашей страны относится продовольственная безопасность, ввиду чего на основные агроландшафты юга Российской Федерации и другие регионы оказываются повышенные нагрузки. Получение сельскохозяйственной продукции осуществляется на фоне снижения плодородия пашни, развития деградационных и других негативных процессов (Гумбаров, 2019; Жуков и др., 2020; Тарасов, Тарасов, 2021; Матвеев, 2023; Korneeva, 2023).

Восстановление утраченного плодородия почв может быть достигнуто при помощи системы комплексного воздействия на агроэкосистему. Одним из основных элементов такой системы является агролесомелиорация (Кулик и др., 2017; Никулина, 2017; и др.).

В данный момент состояние агролесомелиоративных насаждений нестабильно. Исследования, проведенные на юге России, свидетельствуют о несоблюдении рекомендуемых конструкций лесных насаждений, отсутствии уходов, санитарных мероприятий и др. В результате мы наблюдаем снижение защиты межполосного пространства, ухудшение плодородия пашни и, как следствие, недобор урожая.

Цель, методика и объекты исследования

Целью наших исследований является изучение влияния существующих полезащитных лесомелиоративных насаждений на защищенность агроландшафтов Краснодарского края, установление зависимости между высотой лесных полос и защищенностью поля.

В настоящее время существует большое количество методик и методов изучения лесомелиорации. Нами в работе использован один из наиболее интересных методов – математическое моделирование, который подразумевает применение различных математических зависимостей, полей чисел, функций, различных законов и преобразований и других составляющих. В качестве числовых значений использовались материалы исследований автора, проводящего изучение в двух агролесомелиоративных районах Краснодарского края на черноземных почвах.

В первом агролесомелиоративном районе для исследований выбран Кореновский район, во втором – Динский район. Конструкции полевых защитных лесных полос в местах проведения исследований плотные. Основными древесными породами лесных насаждений являются ясень зеленый, ясень пенсильванский, робиния лжеакация. Состояние лесных насаждений из ясеня зеленого и пенсильванского на территории Кореновского района неудовлетворительное, в остальных вариантах исследований удовлетворительное.

Результаты и их обсуждение

По данным ряда авторов (Макаренко, 2017; Примаков, Цалоева, 2021), состояние агроландшафтов зависит от многих составляющих, в том числе и от размеров поля. В исследованиях других авторов (Грибачева, Долобешкин, 2018; Динамика..., 2020; Ивонин, Воскобойникова, 2021; Есков, 2022; Кулик, 2022; Singh et al., 2022; Tubalov, 2023) указывается, что конструкция лесных полос оказывает существенное влияние на урожайность межполосного пространства. Конструирование лесных полос подразумевает наличие проектной и фактической высоты лесной полосы, от которой зависит дальность ее мелиоративного влияния.

Рассмотрим изложенные выше утверждения в виде прямоугольной матрицы. Тогда защищенность агроландшафтов будет представлена в виде: А (размеры полей), В (высота лесных полос), С (конструкции полевых защитных лесных полос).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & \dots & b_{2n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Используя определение суммы двух прямоугольных матриц, получаем $D=A+B+C$, тогда матрица примет вид:

$$D = \begin{bmatrix} a_{11}+b_{11}+c_{11} \dots a_{12}+b_{12}+c_{12} \dots a_{13}+b_{13}+c_{13} \dots \\ a_{21}+b_{21}+c_{21} \dots a_{22}+b_{22}+c_{22} \dots a_{23}+b_{23}+c_{23} \dots \end{bmatrix} \quad (4)$$

Поскольку в наших исследованиях (Примаков, 2022) установлено, что более 80 % конструкций лесных полос Краснодарского края имеет измененную, чаще всего постоянную плотную конструкцию, то ее можно принять за const. Матрица примет вид

$$D = \begin{bmatrix} a_{11}+b_{11} \dots a_{12}+b_{12} \dots a_{13}+b_{13} \\ a_{21}+b_{21} \dots a_{22}+b_{22} \dots a_{23}+b_{23} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Таким образом, в рассматриваемых агролесоландшафтах лесомелиоративная защищенность полей будет зависеть в основном от высоты полевых защитных лесных полос и размеров полей. Снижение защиты межполосного пространства агроландшафтов можно было бы исправить, применив комплекс мероприятий по восстановлению полевых защитных лесных полос. Состояние защищенности агроландшафтов можно выразить линейно. Пусть m величин y_1, y_2, \dots, y_m выражаются линейно через n других величин x_1, x_2, \dots, x_n , тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \dots a_{1n}x_n \\ y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \dots a_{2n}x_n \\ y_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 \dots a_{mn}x_n \end{array} \right\} \quad (6)$$

В наших исследованиях, проведенных на территории Краснодарского края, получены зависимости мелиоративного влияния высоты и конструкции полевых защитных лесных полос на межполосное пространство. Для первого агролесомелиоративного района – на примере Динского и второго – на примере Кореновского района. Результаты представлены на рис. 1–3.

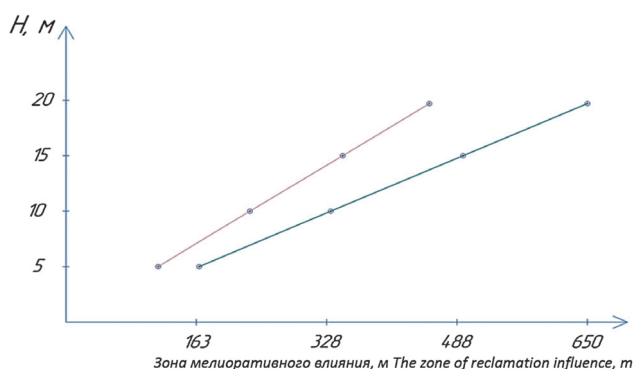


Рис. 1. Зависимость влияния полевзащитной лесной полосы № 1 от высоты и конструкции
Fig. 1. Dependence of the influence of the protective forest strip № 1 on height and structure

Как следует из рис. 1, изменение зоны мелиоративного влияния для плотной по конструкции полевзащитной лесной полосы в зависимости от возраста колебалось от 115 до 453 м. При ажурном состоянии наблюдалось увеличение зоны влияния для того же возрастного периода – 165,0–650,1 м. Максимальная высота полевзащитной лесной полосы составила 19,7 м.

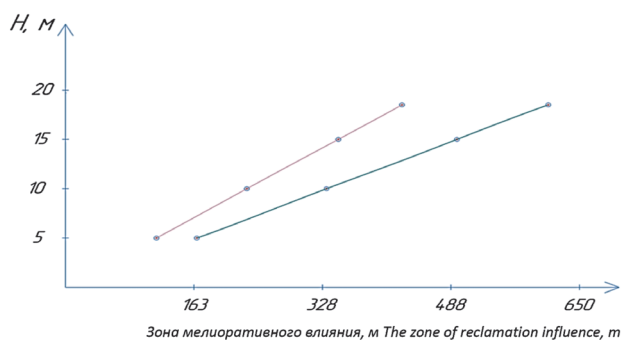


Рис. 2. Зависимость влияния полевзащитной лесной полосы № 2 от высоты и конструкции
Fig. 2. Dependence of the influence of the protective forest strip № 2 on height and structure

Как следует из рис. 2, изменение зоны мелиоративного влияния для плотной по конструкции полевзащитной лесной полосы № 2 в зависимости от возраста колебалось от 115,0 до 425,5 м. При ажурном состоянии наблюдалось увеличение зоны влияния, что составило для того же возрастного периода 165,0–610,5 м. Максимальная высота полевзащитной лесной полосы – 18,5 м.

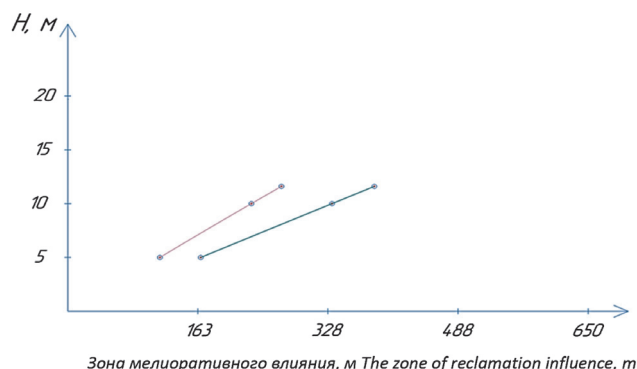


Рис. 3. Зависимость влияния полевзащитной лесной полосы № 3 от высоты и конструкции
Fig. 3. Dependence of the influence of the protective forest strip № 3 on height and structure

Как следует из рис. 3, изменение зоны мелиоративного влияния для плотной по конструкции полевзащитной лесной полосы № 3 в зависимости от возраста колебалось от 115,0 до 266,8 м. При ажурном состоянии наблюдалось увеличение зоны влияния для того же возрастного периода – 165–382,8 м. Максимальная высота полевзащитной лесной полосы составила 11,6 м.

Изменение эколого-мелиоративных функций в полевзащитных лесных комплексах привело, как рассмотрено выше, к потере влияния на межполосное пространство. Рассматривается ситуация, в результате которой на части поля будет наблюдаться потеря урожайности и, как правило, уменьшение экономического эффекта от воздействия лесных полос. Данные выводы подтверждаются в работах ряда исследователей (Балынова, 2022; Силова, 2021 и др.), в том числе и наших (Примаков, 2007; Примаков, 2008).

Заключение

Таким образом, проведя исследование влияния полевзащитных лесных полос на территории Краснодарского края, установили, что более 80 % обследуемых лесных насаждений имеют плотную конструкцию. Полученные результаты сказываются на состоянии агроландшафтов и приводят к недобору урожая сельхозпредприятиями региона. Применение метода моделирования на основе матриц в рассматриваемых условиях позволило исключить влияние конструкции лесной полосы

на межполосное пространство. Однако ситуацию можно было бы исправить, применив комплекс мероприятий по восстановлению ажурной конструкции полезащитных лесных полос. Установленные зависимости влияния высоты и конструкции лесных полос на поля агроландшафтов могут использоваться специалистами для регулирования просветов в профиле лесных полос. При высоте лесной полосы 19,7 м максимальная дальность влияния составила 650,1 м, при 11,6 м – 328,8 м.

Список источников

- Балынова В. В.* Геоинформационный анализ параметров сохранности защитных лесных насаждений Котельниковского района Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 66–71. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.010.66-71
- Грибачева О. В., Долобежкин Е. В.* Преобладающие породы и конструкции полезащитных лесополос в Беловодском и Станично-Луганском районах Луганской области // Лесотехнический журнал. 2018. Т. 8. № 2 (30). С. 37–46.
- Гумбаров А. Д.* Оценка исходного агрохимического индекса плодородия пашни по средневзвешенным интегральным показателям // Новые технологии. 2019. № 2. С. 204–216. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10220
- Динамика площадей лесополос на территории Краснодарского края / *З. А. Бекух, В. Э. Колядченко, В. В. Куница, В. В. Рева* // Региональные географические исследования : сб. науч. тр. // под общ. ред. А. В. Погорелова. Краснодар : Кубанский государственный университет, 2020. Вып. 13. С. 126–129.
- Есков Д. В.* Закономерности воздействия конструкций лесных полос и удобрений на микроклимат и урожайность яровой пшеницы на южном черноземе // Успехи современного естествознания. 2022. № 5. С. 12–18.
- Жуков В. Д., Власенко В. П., Шеуджен З. Р.* Экологические аспекты техногенной деградации земель сельскохозяйственного назначения Азово-Кубанской низменности // Московский экономический журнал. 2020. № 11. С. 28. DOI:10.24411/2413-046X-2020-10786
- Ивонин В. М., Воскобойникова И. В.* Ландшафтная агролесомелиорация // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 54–77. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-54-77
- Кулик К. Н.* Современное состояние защитных лесонасаждений в Российской Федерации и их роль в смягчении последствий засух и опустынивания земель // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 8–13. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.001.08-13
- Кулик К. Н., Рулев А. С., Ткаченко Н. А.* Изменения климата и агролесомелиорация // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2 (46). С. 58–67.
- Макаренко С. А.* Состояние агроландшафтов и землеобеспеченность при разном соотношении угодий в Воронежской области // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2017. № 1 (4). С. 80–84.
- Матвеев Ш.* Оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области с применением ГИС-технологий // Научно-агрономический журнал. 2023. № 2 (121). С. 51–56. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56
- Никулина Е. С.* Роль агролесомелиорации в изменении экологических условий почвообразования и произрастания сельскохозяйственных культур // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 5 (73). С. 111.
- Примаков Н. В.* Биоэнергетическая эффективность агроландшафтов Ростовской области // Лесное хозяйство. 2008. № 3. С. 33–35.

- Примаков Н. В.* Влияние лесных насаждений на продуктивность степного разнотравья // Земледелие. 2007. № 1. С. 10.
- Примаков Н. В.* Состояние агролесоландшафтов ООО «Агроальянс» Краснодарского края // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 3. С. 189–193. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-3-189-193
- Примаков Н. В., Цалоева Е. Г.* Изменчивость лесоводственных характеристик полезащитных лесных насаждений Краснодарского края // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 60–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-60-68
- Силова В. А.* Влияние лесомелиоративного обустройства на продуктивность сельскохозяйственных угодий в условиях сухостепной зоны // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 2. С. 68–81.
- Тарасов А. С., Тарасов С. А.* Методологические основы концепции воспроизводства плодородия почв // Экономика и экология территориальных образований. 2021. Т. 5. № 3. С. 36–48. DOI: 10.23947/2413-1474-2021-5-3-38-46
- Economic evaluation of agroforestry and non-agroforestry systems in Eastern Uttar Pradesh, India / *V. Singh, A. Raj, M. K. Jhariya, Sh. Thakur* // *Vegetos*. 2022. Vol. 35. № 3. P. 810–815. DOI: 10.1007/s42535-022-00348-9
- Korneeva E. A.* Resource-saving efficiency of agroforestry in areas prone to deflation and desertification // *Research on Crops*. 2023. Vol. 24. № 2. P. 341–345. DOI: 10.31830/2348-7542.2023.ROC-918
- Tubalov A. A.* Spatial Principles of Territories Selection for Priority Development of Agroforestry Complexes // *Forests*. 2023. Vol. 14, № 6. P. 1225. DOI: 10.3390/f1406122

References

- Balynova V. V.* Geoinformation analysis of the safety parameters of protective forest plantations in the Kotelnikovskiy district of the Volgograd region // *Scientific and agronomic journal*. 2022. № 4 (119). P. 66–71. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.010.66-71 (In Russ.)
- Dynamics of forest belt areas on the territory of the Krasnodar Territory / *Z. A. Bekukh, V. E. Kolyadchenko, V. V. Kunitsa, V. V. Reva* // *Regional geographical studies: Collection of scientific works* / Under the general editorship of A. V. Pogorelova. Volume Issue 13. Krasnodar : Kuban State University, 2020. P. 126–129. (In Russ.)
- Economic evaluation of agroforestry and non-agroforestry systems in Eastern Uttar Pradesh, India / *V. Singh, A. Raj, M. K. Jhariya, Sh. Thakur* // *Vegetos*. 2022. Vol. 35. № 3. P. 810–815. DOI: 10.1007/s42535-022-00348-9
- Eskov D. V.* Patterns of the impact of forest strip structures and fertilizers on the microclimate and spring wheat yield on southern chernozem // *Advances of modern natural science*. 2022. № 5. P. 12–18. (In Russ.)
- Gribacheva O. V.* The predominant species and designs of shelterbelts in the Belovodskiy and Stanichno-Lugansk districts of the Lugansk region // *Forestry magazine*. 2018. Т. 8. № 2 (30). P. 37–46. (In Russ.)
- Gumbarov A. D., Dolobeshkin E. V.* Evaluation of the initial agrochemical index of arable land fertility using weighted average integral indicators // *New technologies*. 2019. № 2. P. 204–216. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10220 (In Russ.)
- Ivonin V. M., Voskoboynikova I. V.* Landscape agroforestry // *Land reclamation and hydraulic engineering*. 2021. Т. 11, № 3. P. 54–77. DOI: 10.31774 / 2712-9357-2021-11-3-54-77 (In Russ.)
- Korneeva E. A.* Resource-saving efficiency of agroforestry in areas prone to deflation and desertification // *Research on Crops*. 2023. Vol. 24. № 2. P. 341–345. DOI: 10.31830/2348-7542.2023.ROC-918

- Kulik K. N.* Current state of protective forest plantations in the Russian Federation and their role in mitigating the consequences of droughts and desertification of lands // Scientific and agronomic journal. 2022. № 3 (118). P. 8–13. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.001.08-13 (In Russ.)
- Kulik K. N., Rulev A. S., Tkachenko N. A.* Climate change and agroforestry // News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and higher professional education. 2017. № 2 (46). P. 58–67. (In Russ.)
- Makarenko S. A.* The state of agricultural landscapes and land availability with different ratios of land in the Voronezh region // Models and technologies of environmental management (regional aspect). 2017. № 1(4). P. 80–84. (In Russ.)
- Matveev Sh.* Assessment of the modern structure and characteristics of agricultural land in the Tsimlyansky district of the Rostov region using GIS technologies // Scientific-agronomic journal. 2023. № 2 (121). P. 51–56. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56 (In Russ.)
- Nikulina E. S.* The role of agroforestry in changing the environmental conditions of soil formation and growth of agricultural crops // Modern scientific research and innovation. 2017. № 5 (73). P. 111. (In Russ.)
- Primakov N. V.* Bioenergy efficiency of agricultural landscapes in the Rostov region. Forestry. 2008. № 3. P. 33–35. (In Russ.)
- Primakov N. V.* The influence of forest plantings on the productivity of steppe forbs // Agriculture. 2007. № 1. P. 10. (In Russ.)
- Primakov N. V.* Variability of Silvicultural Characteristics of Forest Shelterbelts in Krasnodar Krai. Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal], 2021. № 1. P. 60–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-60-68 (In Russ.)
- Primakov N. V., Tsaloeva E. G.* The state of agroforestry landscapes of Agroalliance LLC, Krasnodar Territory // Conifers of the boreal zone. 2022. Т. 40. № 3. P. 189–193. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-3-189-193 (In Russ.)
- Silova V. A.* The influence of forest reclamation on the productivity of agricultural land in the dry-steppe zone. Scientific journal of the Russian Research Institute for Land Reclamation Problems. 2021. Т. 11. № 2. P. 68–81. (In Russ.)
- Tarasov A. S., Tarasov S. A.* Methodological basis of the concept of soil fertility reproduction // Economy and ecology of territorial entities. 2021. Т. 5. № 3. P. 36–48. DOI: 10.23947/2413-1474-2021-5-3-38-46 (In Russ.)
- Tubalov A. A.* Spatial Principles of Territories Selection for Priority Development of Agroforestry Complexes // Forests. 2023. Vol. 14, № 6. P. 1225. DOI: 10.3390/f1406122
- Zhukov V. D., Vlasenko V. P., Sheudzhen Z. R.* Ecological aspects of technogenic degradation of agricultural lands in the Azov-Kuban lowland // Moscow Economic Journal. 2020. № 11. P. 28. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10786 (In Russ.)

Информация об авторах

Н. В. Примаков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors

N. V. Primakov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 03.10.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 03.10.2023; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 96–109.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 96–109.

Научная статья

УДК 630*432

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.011

ПРОБЛЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБУСТРОЙСТВА ЛЕСОВ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Андрей Евгеньевич Морозов¹, Наталья Витальевна Федорова²,
Мария Андреевна Морозова³

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

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

¹ MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

² natafedor@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-3754-8963>

³ MorozovaMA1@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0007-6174-0845>

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы противопожарного обустройства лесов в районах добычи углеводородного сырья при осуществлении геологического изучения недр, разведки, добычи полезных ископаемых, строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов и сопутствующей этому заготовке древесины на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Установлено, что большинство проблем обусловлено недостаточной определенностью либо отсутствием ряда обязательных требований в нормативно-правовых актах в области охраны лесов от пожаров, отсутствием нормативов противопожарного обустройства и комплексного подхода применительно к конкретным видам использования лесов в границах лицензионных участков недр.

Предложен комплекс мероприятий, направленных на решение существующих проблем и повышение эффективности охраны лесов от пожаров на территории лицензионных участков недр.

Ключевые слова: добыча углеводородного сырья, лицензионные участки недр, лесные пожары, противопожарное обустройство лесов, противопожарные минерализованные полосы

Для цитирования: Морозов А. Е., Федорова Н. В., Морозова М. А. Проблемы противопожарного обустройства лесов в районах добычи углеводородного сырья // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 96–109.

Original article

PROBLEMS OF FIRE PREVENTION IN FORESTS IN THE AREAS OF HYDROCARBON RAW MATERIALS EXTRACTION

Andrey E. Morozov¹, Natalia V. Fedorova², Maria A. Morozova³

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

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

¹ MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

² natafedor@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-3754-8963>

³ MorozovaMA1@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0007-6174-0845>

Abstract. The article discusses the problems of fire prevention of forests in areas of hydrocarbon extraction during geological study of subsoil, exploration, min-ing, construction, reconstruction and operation of linear facilities and asso-ciated timber harvesting using the example of the Khanty-Mansiysk Auton-omous Okrug – Ugra.

It has been established that most of the problems are due to insufficient certainty or the absence of several mandatory requirements in regulations in the field of forest protection from fires, the lack of fire safety standards and an integrated approach in relation to specific types of forest use within the boundaries of licensed subsoil areas.

A set of measures aimed at solving existing problems and increasing the effectiveness of protecting forests from fires on the territory of licensed sub-soil areas has been proposed.

Keywords: extraction of hydrocarbon raw materials, licensed subsoil areas, forest fires, fire-prevention arrangement of forests, fire-prevention mineralized strips

For citation: Morozov A. E., Fedorova N. V., Morozova M. A. Problems of fire prevention in forests in the areas of hydrocarbon raw materials extraction // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 96–109.

Введение

Одной из важных задач охраны лесов от пожаров является предупреждение их возникновения и распространения. В соответствии с Лесным кодексом РФ (2006) противопожарное обустройство лесов является частью мер по предупреждению лесных пожаров наряду с обеспечением средствами предупреждения и тушения лесных пожаров. Вопросам совершенствования противопожарного обустройства лесов посвящен ряд работ (Залесов и др., 2010; Платонов и др., 2018; Противопожарное устройство... 2020; Платонов, 2020; Совершенствование..., 2018). Вместе с тем проблемы противопожарного обустройства лесов в районах добычи углеводородного сырья с учетом специфики их использования, на наш взгляд, требуют дальнейшего всестороннего анализа, что делает актуальным проведение исследований в этом направлении.

Цель, методика

и объекты исследования

Цель исследования – анализ проблем противопожарного обустройства лесов в районах добычи углеводородного сырья и разработка комплекса мероприятий по повышению эффективности противопожарного обустройства лесов.

В процессе исследований проведен анализ около трех тысяч договоров аренды, проектов освоения лесов и годовых отчетов по охране лесов в отношении лесных участков, предоставленных в аренду для осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов и сопутствующей этим видам использования лесов заготовки древесины в целях расчистки территорий от лесных насаждений для размещения объектов

нефтегазодобывающей инфраструктуры на территории ХМАО-Югры.

Исследования проведены на примере лицензионных участков пяти компаний-недропользователей, осуществляющих свою деятельность на землях лесного фонда ХМАО-Югры в подзоне средней тайги. Основным видом экономической деятельности данных компаний является геологическое изучение недр, разведка и добыча полезных ископаемых. Исследуемые лесные участки отнесены к эксплуатационным лесам. В соответствии с приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 исследуемые лицензионные участки недр расположены в Западно-Сибирском средне-таежном равнинном районе.

Результаты и обсуждение

Меры противопожарного обустройства лесов перечислены в ст. 53.1 Лесного кодекса РФ (2006) и в Постановлении Правительства РФ от 16.04.2011 г. № 281. Нормативы противопожарного обустройства лесов установлены приказом Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174 и дифференцированы по лесным районам и категориям целевого назначения лесов, но не учитывают виды использования лесов, что является, на наш взгляд, их недостатком.

Нормативы противопожарного обустройства на 1000 га площади эксплуатационных лесов Западно-Сибирского средне-таежного равнинного района приведены в табл. 1. Объемы противопожарного обустройства лесов в границах арендуемых лесных участков исследуемых компаний-недропользователей представлены в табл. 2.

Как показали результаты исследований, из пяти анализируемых компаний-недропользователей только у одной наблюдается невыполнение нормативов противопожарного обустройства в части устройства и прочистки противопожарных минерализованных полос. Все остальные нормативы, установленные приказом Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174, недропользователями выполняются и перевыполняются.

Кроме того, недропользователи осуществляют строительство и эксплуатацию вертолетных площадок и пожарных водоемов, не предусмотренные

приказом Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174 для данного лесного района и целевого назначения лесов.

Вертолетные площадки используются для доставки людей и грузов на труднодоступные участки, например, геологоразведочные скважины, и на наиболее ответственные производственные объекты на этапах обустройства и эксплуатации месторождений. Вертолеты используются также для патрулирования магистральных и иных трубопроводов, относящихся к опасным производственным объектам, служат для оперативной переброски сил и средств пожаротушения к местам возгораний, для эвакуации работников при возникновении чрезвычайных и аварийных ситуаций и решения целого ряда других специальных задач.

Вместе с тем существующие нормативные требования обязывают недропользователей ликвидировать вертолетные площадки на разведочных скважинах по завершении их бурения и испытания и, соответственно, истечения срока краткосрочной аренды лесных участков, что является серьезным упущением. Древесные настилы на вертолетных площадках не несут опасности для окружающей среды и могли бы использоваться и после завершения краткосрочной аренды площадок разведочных скважин как объекты лесной инфраструктуры, необходимой для целей охраны лесов от пожаров. Наличие на удаленных и труднодоступных участках лесного фонда вертолетных площадок позволило бы более эффективно осуществлять в случае необходимости переброску сил и средств для тушения лесных пожаров.

Наличие пожарных водоемов на территории лицензионных участков недр объясняется требованиями по обеспечению мер пожарной безопасности на объектах нефтегазодобычи. Существующие пожарные водоемы подготовлены согласно требованиям. Оборудованы подъезды для забора воды, площадки с твердым покрытием для заправки пожарной техники водой, установлены аншлаги.

Кроме того, на территории лесного фонда исследуемого района имеется большое количество водных объектов, в связи с чем создание противопожарных водоемов не предусматривается планами мероприятий по противопожарному

обустройству лесов. В случае острой необходимости для дополнительного забора воды возможно использование затопленных гидронамывных карьеров добычи песка.

Количество пунктов сосредоточения пожарного инвентаря (далее – ПСПИ) по всем анализи-

руемым компаниям составляет 18 шт. Все ПСПИ оснащены средствами предупреждения и тушения лесных пожаров, противопожарным инвентарем и оборудованием согласно нормам обеспеченности на 100 %.

Таблица 1
Table 1

Нормативы противопожарного обустройства на 1000 га площади эксплуатационных лесов
Западно-Сибирского средне-таежного равнинного района
Fire safety standards per 1000 hectares of exploitation forest area
of the West Siberian mid-taiga plain region

Меры противопожарного обустройства лесов Fire prevention measures for forests	Ед. изм. Unit change	Норматив Standard
Установка и размещение стенов Installation and placement of stands	шт. pc.	Не менее 1 на лесничество At least 1 on forestry
Установка плакатов Installing posters	шт. pc.	0,0014
Установка объявлений, аншлагов и других объявлений и указателей Installation of ads, full houses, and other ads and signs	шт. pc.	0,0036
Лесные дороги для охраны лесов от пожаров, строительство и эксплуатация Forest roads to protect forests from fires, construction and operation	км km	0,0006*
Устройство и прочистка противопожарных минерализованных полос Installation and cleaning of fire-fighting mineralized strips	км km	0,0160
Строительство, реконструкция и эксплуатация пунктов сосредоточения противопожарного инвентаря Construction, reconstruction and operation of fire-fighting equipment concentration points	шт. pc.	0,0015
Устройство подъездов к источникам противопожарного водоснабжения Installation of entrances to sources of fire-fighting water supply	шт. pc.	0,0100
Снижение природной пожарной опасности лесов путем регулирования породного состава лесных насаждений и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий Reducing the natural fire danger of forests by regulating the species composition of forest plantations and carrying out sanitary and health measures	га ha	В соответствии с Лесными планами субъектов РФ, Лесохозяйственными регламентами лесничеств и Планами тушения лесных пожаров на территории лесничеств In accordance with the Forest Plans of the subjects of the Russian Federation, Forestry regulations of forest areas and Plans for extinguishing forest fires in the territory of forests
Проведение профилактического контролируемого противопожарного выжигания хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов Carrying out preventive controlled fire-fighting burning of brushwood, forest litter, dry grass and other forest combustible materials	га ha	0,0330

* Норматив по строительству лесных дорог может корректироваться с учетом имеющейся плотности дорог всех назначений. Общая протяженность дорог в эксплуатационных лесах должна составлять 6 км/1000 га.

* The standard for the construction of forest roads can be adjusted taking into account the existing density of roads for all purposes. The total length of roads in operational forests should be 6 km/1000 ha.

Таблица 2
Table 2

Объемы противопожарного обустройства лесов на 1000 га площади, арендуемых компаниями – недропользователями лесных участков
Volumes of fire-prevention arrangement of forests per 1000 hectares of area forest areas leased by subsoil use companies

Недропользователь Subsoil user	Кол-во ПСПИ*, шт. Number of PSPI, pcs.		Кол-во аншлагов, шт. Number of en-slags, pcs.	Кол-во информационных стендов, шт. Number of information stands, pcs.	Кол-во КПП**, шт. Number of gearboxes, pcs.	Протяженность противопожарных минерализованных полос, км Length of fire-fighting mineralized strips, km	Кол-во вертолетных площадок, шт. Number of helipads, pcs.	Кол-во пожарных водоемов, шт. Number of fire reservoirs, pcs.
	на 1000 га per 1000 ha	на 1 договор аренды for 1 lease agreement						
1	0,130	0,03	2,120	0,13	0,260	0,130	0,260	0,130
2	0,590	0,02	8,790	1,76	0,590	1,760	1,760	0,590
3	1,390	0,08	4,720	1,39	1,390	Нет данных	1,110	0,280
4	4,050	0,06	54,200	4,05	4,050	8,660	3,240	0,810
5	0,003	0,01	0,057	0,12	0,011	0,005***	0,015	0,005
В среднем On average	1,230	0,04	13,980	1,49	1,260	2,111	1,280	0,360

* ПСПИ – пункт сосредоточения противопожарного инвентаря.

** КПП – контрольно-пропускной пункт.

*** Полу жирным шрифтом показаны объемы работ ниже норматива.

* PSPI – the point of concentration of fire-fighting equipment.

** Checkpoint – checkpoint.

*** Bold font shows the amount of work below the standard.

Кроме того, компаниями-недропользователями сформированы пожарные команды из числа работников компаний. Число пожарных команд равно количеству имеющихся ПСПИ. Количество ПСПИ на один договор аренды составляет в среднем 0,04 шт. Относительно небольшое количество ПСПИ обусловлено тем, что указанные пункты оборудуются либо на опорных базах промыслов, либо на территории других крупных объектов (вблизи контор цехов по добыче нефти и газа, дожимных или кустовых насосных станций и т. п.). В случае необходимости доставка противопожарного оборудования и инвентаря производится к местам возгорания наземным транспортом с ис-

пользованием сети внутрипромысловых автодорог в течение не более трех часов. Таким образом, нет необходимости размещать ПСПИ на каждом арендуемом лесном участке.

Помимо ПСПИ, на каждом лицензионном участке дополнительно имеются системы оповещения о пожаре и системы видеонаблюдения за производственными территориями и прилегающими к ним участками.

Строительство лесных дорог для охраны лесов от пожаров компаниями-недропользователями не предусматривается в связи с наличием на территории лицензионных участков достаточно разветвленной сети внутрипромысловых автодорог

с твердым покрытием. Эти дороги также, как и вертолетные площадки, построены на этапе обустройства месторождений. Они обеспечивают связь между производственными объектами и используются для доставки людей, техники и грузов к месту работ. В случае возникновения пожара имеющаяся дорожная сеть позволит обеспечить доставку сил и средств пожаротушения к месту пожара в сжатые сроки.

В настоящее время в границах лицензионных участков анализируемых компаний-недропользователей установлено 37 информационных стендов. Информационные стенды установлены в основном на опорных базах промыслов, вблизи контор цехов по добыче нефти и газа, вахтовых поселках и в иных местах наибольшей численности персонала. Стенды содержат информацию о мерах пожарной безопасности.

Доступ на месторождения осуществляется через контрольно-пропускные пункты, оборудованные средствами для осуществления контроля прохода людей и проезда транспортных средств на территорию в порядке, установленном пропускным режимом предприятия. Это обеспечивает регулирование пребывания граждан на территории участков, ограничивает доступ лиц, не являющихся работниками предприятия, и косвенно способствует обеспечению мер пожарной безопасности в лесах. Вместе с тем работники компаний, имея на руках пропуска, теоретически могут посещать территорию месторождений не только в рабочие, но и в выходные и праздничные дни, чем они иногда пользуются с целью сбора дикоросов, кедровых орехов и пр. Территория нефтепромыслов привлекает развитой дорожной сетью по сравнению с фоновыми территориями. Как показывают результаты наших исследований, основная доля лесных пожаров наблюдается в границах нефтепромыслов в 500-метровой зоне вдоль дорог, рек и ручьев и вокруг озер, что позволяет предположить, что причины возгораний связаны прежде всего с несоблюдением требований Правил пожарной безопасности в лесах местным населением и работниками предприятий в период времени, не связанный с выполнением своих служебных обязанностей. На территории месторождений

в целом отмечается повышенная горимость лесов по сравнению с фоновыми участками (Морозов, 2001, 2006, 2022).

Следует отметить, что прямого указания в нормативно-правовых актах на обязательность применения норм приказа Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174 в целях противопожарного обустройства арендуемых лесных участков нет. Обязанности по выполнению мероприятий по противопожарному обустройству лесов на территории арендуемых лесных участков проистекают из условий договоров аренды и проектов освоения лесов. Основными мероприятиями по противопожарному обустройству лесов, предусмотренными договорами аренды и проектами освоения лесов, являются мероприятия по устройству и расчистке противопожарных минерализованных полос и установке аншлагов. Однако указанные мероприятия выполняются недропользователями не в полном объеме. Например, устройство противопожарных минерализованных полос по всем анализируемым компаниям выполняется в среднем только на 22 % от запланированного объема, предусмотренного договорами аренды лесных участков. Объемы выполненных работ по установке аншлагов варьируются по анализируемым компаниям от 3,0 до 81,7 %, составляя в среднем 36,6 %.

Невыполнение недропользователями условий договоров аренды лесных участков в части устройства противопожарных минерализованных полос и установки аншлагов объясняется, на наш взгляд, тем, что договора аренды содержат нормы диспозитивного характера, устанавливаемые самими участниками правовых отношений по использованию и сохранению лесов. Практика показывает, что некоторые недропользователи рассматривают мероприятия по противопожарному обустройству лесов, установленные договорами аренды лесных участков и проектами освоения лесов, как не обязательные к исполнению. Вместе с тем 01.09.2023 г. вступил в силу приказ Минприроды России от 23.03.2023 г. № 141, в соответствии с которым договор аренды лесного участка может быть досрочно расторгнут по решению суда в случае невыполнения арендатором мероприятий по охране лесов от пожаров в объеме

и сроки, которые предусмотрены проектом освоения лесов, проектом лесовосстановления, проектом лесоразведения, сводным планом тушения лесных пожаров на территории субъекта Российской Федерации, планом тушения лесных пожаров.

Серьезной проблемой является то, что объемы работ по устройству и расчистке противопожарных минерализованных полос, включаемые в договора аренды лесных участков арендодателем, зачастую не основаны на требованиях конкретных нормативно-правовых актов и теоретически могут быть обжалованы в судебном порядке недропользователями.

Кроме того, конкретные места проведения мероприятий по устройству противопожарных минерализованных полос в договорах аренды, как правило, не указываются и оставляются на усмотрение разработчиков проектов освоения лесов и арендаторов лесных участков. В свою очередь, проектировщики и арендаторы в своих решениях могут руководствоваться Постановлением Правительства Российской Федерации от 07.10.2020 г. № 1614 (далее – Правила пожарной безопасности в лесах), а также иными нормативно-правовыми актами, включая Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479 (далее – Правила противопожарного режима в Российской Федерации), приказ Минприроды России от 07.07.2020 г. № 417, приказ Минприроды России от 10.07.2020 г. № 434.

Правила пожарной безопасности в лесах (2020) содержат достаточно обширный набор требований, дифференцированных по видам использования лесов, в том числе требования при проведении рубок лесных насаждений, при выполнении работ по геологическому изучению недр, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве, реконструкции и эксплуатации линий электропередачи, связи, трубопроводов. Этим же документом установлены обязательные требования по устройству противопожарных минерализованных полос при проведении рубок лесных насаждений. Указанные требования включают обязанность лесопользователя отделять противопожарными минерализованными полосами шириной не менее 1,4 м:

– штабеля и поленницы с заготовленной древесиной, оставляемой на местах рубок (лесосеках) на период пожароопасного сезона (при этом в хвойных лесных насаждениях на сухих почвах требуется отделять места складирования древесины двумя минерализованными полосами, прокладываемыми на расстоянии 5–10 м одна от другой);

– места рубки (лесосеки) в хвойных равнинных лесах на сухих почвах с оставленной на период пожароопасного сезона заготовленной древесиной, а также с оставленными на перегнивание порубочными остатками. Места рубок (лесосеки) площадью свыше 25 га должны быть, кроме того, разделены противопожарными минерализованными полосами указанной ширины на участки площадью не более 25 га.

Требования Правил пожарной безопасности в лесах (2020) при выполнении работ по геологическому изучению недр, разведке и добыче полезных ископаемых в период пожароопасного сезона содержат обязанность лесопользователя проложить по границам территорий, отведенных под буровые скважины и другие сооружения, противопожарную минерализованную полосу шириной не менее 1,4 м и содержать ее в очищенном от горючих материалов состоянии. При этом указанным документом не конкретизирован перечень объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры (обозначенных в правилах как «другие сооружения»), которые необходимо отделять противопожарными минерализованными полосами. Следует отметить, что распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.04.2022 г. № 1084-р утвержден обширный перечень объектов капитального строительства, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов в целях осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, который включает порядка 116 различных объектов, не считая объектов, которые являются неотъемлемой технологической частью основных объектов, предусмотренных в утвержденных в установленном порядке технических проектах разработки месторождений, технических проектах строительства

и эксплуатации подземных сооружений, технических проектах ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недр. Все эти объекты, согласно требованиям Правил пожарной безопасности в лесах (2020), должны отделяться от лесных насаждений противопожарными минерализованными полосами. С одной стороны, на практике недропользователи зачастую пренебрегают выполнением этой обязанности ввиду отсутствия конкретных требований в правилах. С другой стороны, очевидно, что некоторые объекты капитального строительства, не связанные с созданием лесной инфраструктуры, в силу своих конструктивных особенностей сами могут использоваться как противопожарные барьеры и не требуют отделения противопожарными минерализованными полосами, например канавы водоотводные и нагорные, водосборники и зумпфы, траншеи капитальные, водоемы противопожарные и пр.

В то же время ряд объектов обустройства месторождений, например, кустовые площадки эксплуатационного бурения скважин, еще на этапе строительно-монтажных работ обязательно ограждаются по периметру обвалованием из грунта, которое исключает необходимость устройства противопожарных минерализованных полос, отделяющих указанные объекты от лесных насаждений. В целях водоотведения и дренажа территории кустовые площадки с внешней стороны обвалования могут иметь нагорные и водоотводящие канавы. Таким образом, требования отделять кустовые площадки от лесных насаждений противопожарными минерализованными полосами нередко избыточны. Исключение могут составлять только кустовые площадки, на обваловании которых уже сформировалась сомкнутая древесно-кустарниковая и травянистая растительность.

При строительстве, реконструкции и эксплуатации линий электропередачи, связи, трубопроводов Правила пожарной безопасности в лесах (2020) требуют прокладывать противопожарные минерализованные полосы шириной 2,0–2,5 м только вокруг строений, а также вокруг колодцев на трубопроводах, что не всегда достаточно.

Например, известны случаи, когда обрыв линий электропередач приводил к короткому замыканию и падению искрящих проводов на сухую траву и ее возгоранию. Отсутствие же противопожарной минерализованной полосы по границам технологического коридора линейного объекта вызывало распространение огня на прилегающие лесные насаждения.

Правилами пожарной безопасности в лесах (2020) также установлено требование к лицам, владеющим, пользующимся или распоряжающимся территорией, прилегающей к лесу (покрытым лесной растительностью землям), обеспечивать ее очистку от сухой травянистой растительности, пожнивных остатков, валежника, порубочных остатков, отходов производства и потребления и других горючих материалов на полосе шириной не менее 10 м от границ территории и (или) леса либо отделять противопожарной минерализованной полосой шириной не менее 1,4 м или иным противопожарным барьером. Аналогичная норма содержится в Правилах противопожарного режима в Российской Федерации (2020). Однако в указанных нормативных документах не конкретизировано, о каких категориях земель по целевому назначению идет речь – о землях лесного фонда или иных категорий тоже.

Невыполнение обязательных требований по обеспечению мер пожарной безопасности в лесах является административным правонарушением и влечет наложение на лесопользователя административной ответственности по ст. 8.32, 8.32.3 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (2001) при условии, что вина лесопользователя будет доказана. Выявление нарушений обязательных требований осуществляется в рамках контрольно-надзорной деятельности уполномоченными органами. Однако привлечение виновных лиц к административной ответственности усложняется тем, что Лесной кодекс РФ (2006), Правила пожарной безопасности в лесах (2020), приказ Минприроды России от 07.07.2020 г. № 417, а также приказ Минприроды России от 10.07.2020 г. № 434 не содержат прямых требований устройства противопожарных минерализованных полос при использовании лесов в целях

осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, а также при осуществлении строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов. В ряде случаев прямая обязанность лесопользователя по устройству противопожарных минерализованных полос из требований вышеперечисленных нормативно-правовых актов не возникает.

В соответствии с требованиями приказа Минприроды России от 07.07.2020 г. № 417 лица, использующие леса в целях геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечивают регулярное проведение очистки используемых лесов и примыкающих опушек леса, искусственных и естественных водотоков от захламления отходами производства и потребления. Согласно приказу Минприроды России от 10.07.2020 г. № 434 при использовании лесов в целях строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов не допускается захламление прилегающих территорий строительным и бытовым мусором, отходами древесины. Несмотря на очевидность требований данных приказов, понятие «прилегающая территория» законодательно не определено и носит субъективный характер. Ширина опушечной зоны, подлежащей расчистке от захламленности, нормативно-правовыми актами не установлена, в связи с чем отсутствуют законные основания для нормирования объемов мероприятий по расчистке лесов от захламленности в договорах аренды и проектах освоения лесов.

В свою очередь, очистка мест рубок от порубочных остатков, которую можно рассматривать как часть мероприятий по обеспечению соблюдения требований пожарной безопасности в лесах, осуществляется в соответствии с приказом Минприроды России от 17.01.2022 г. № 23. Невыполнение мероприятий по очистке мест рубок влечет за собой ответственность по ст. 8.31 и 8.32 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (2001). Набирающий популярность при рубке и расчистке трасс линейных объектов способ очистки мест рубок в виде измельчения и равномерного разбрасывания по площади измельченных порубочных остатков (так

называемое мульчирование) становится камнем преткновения в спорах между недропользователями и органами исполнительной власти, уполномоченными в области лесных отношений. Проблема заключается в том, что в нормативных актах отсутствуют четкие требования к максимально допустимому размеру измельченных порубочных остатков и максимальной толщине «мульчирующего слоя» на поверхности почв и грунтов. Сам термин «мульчирование», заимствованный из области сельского хозяйства, для целей очистки мест рубок правовыми актами не установлен и является не совсем удачным, поскольку в рассматриваемых нами случаях данный способ преследует прежде всего цель – решить проблему размещения лесосечных отходов, а не улучшения почвенно-растительных условий. Нередки случаи, когда недропользователь, «измельчив» порубочные остатки бензопилами, пытается выдать это за мульчирование. Толщина слоя измельченных порубочных остатков при этом может достигать более десяти, а в некоторых случаях – несколько десятков сантиметров, что, по сути, создает запас дров для будущего лесного пожара.

Риск возникновения и распространения лесных пожаров определяется также противопожарными расстояниями от границ тех или иных объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры до лесных насаждений.

Существенная проблема, на наш взгляд, заключается в том, что Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», нормирующим противопожарные расстояния, для целого ряда пожароопасных объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры, таких как факелы для сжигания попутного нефтяного газа, площадки разведочного и эксплуатационного бурения скважин, дожимные и кустовые насосные станции, центральные пункты сбора продукции, противопожарные расстояния до границ лесных массивов не установлены.

С учетом вышеизложенного в целях повышения эффективности охраны лесов от пожаров в районах добычи углеводородного сырья целесообразно рекомендовать следующее.

1. Дополнительно дифференцировать нормативы противопожарного обустройства лесов по видам их использования.

2. Включать вертолетные площадки для обслуживания объектов геологоразведки в перечень объектов лесной инфраструктуры в проектах освоения лесов с целью их сохранения и исключения необходимости демонтажа по завершении использования и истечения срока действия договоров аренды лесных участков.

3. Дополнить Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» нормативами противопожарных расстояний от ряда объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры до границ лесных массивов, таких как факелы для сжигания попутного нефтяного газа, площадки разведочного и эксплуатационного бурения скважин, дожимные насосные станции, кустовые насосные станции, центральные пункты сбора продукции и иных пожароопасных объектов.

4. Обязать собственников и пользователей линейных объектов осуществлять в целях соблюдения требований пожарной безопасности в лесах проводить периодическую расчистку территорий, примыкающих к границам технологических коридоров, от порубочных остатков и валежной древесины на расстоянии до 30 м от опушки в глубь леса с каждой стороны внутрипромысловых автодорог и до 10 м с каждой стороны технологических коридоров высоковольтных линий. В кулисах фрагментированных линейными объектами лесных насаждений шириной менее 70 м указанные мероприятия необходимо проводить по всей ширине кулисы. Закрепить понятие «прилегающая территория» применительно к объектам нефтегазодобывающей и линейно-транспортной инфраструктуры с указанием конкретных расстояний от границ объектов в соответствующих нормативно-правовых актах в области использования и охраны лесов и охраны земель.

5. Разработать перечень обязательных требований по проектированию единой системы мероприятий по охране лесов от пожаров на переданных в аренду в целях геологического изучения недр, разработки месторождений полезных ископаемых

и в целях строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов на лесных участках в проектах освоения лесов, а также в проектной документации на обустройство месторождений. Мероприятия по охране лесов от пожаров должны быть систематизированы и унифицированы во всех видах проектной документации, предусматривающей их наличие, а также в проектах противопожарного обустройства лесов в границах лицензионных участков недр.

6. Закрепить на законодательном уровне обязанность всех недропользователей разрабатывать проекты противопожарного обустройства арендуемых лесных участков в границах лицензионных участков недр, для чего внести необходимые изменения в Лесной кодекс РФ, Правила пожарной безопасности в лесах, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Проектные решения должны предусматривать установку систем видеонаблюдения за лесными пожарами типа «Лесоохранитель», а при высокой пожарной опасности – использование беспилотных летательных аппаратов для патрулирования территории вдоль линейных и вблизи иных пожароопасных объектов.

7. Разработать перечень обязательных требований и нормативов устройства противопожарных минерализованных полос в границах арендуемых лесных участков при осуществлении использования лесов в целях геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, а также в целях строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов с привязкой к конкретным объектам обустройства месторождений.

8. Разработать обязательные требования к размерам и толщине слоя измельченных порубочных остатков при использовании способа их равномерного разбрасывания по расчищаемой от лесных насаждений территории технологического коридора линейного объекта.

9. Включить в перечень обязательных требований Правил пожарной безопасности в лесах (2020) требования к содержанию в рабочем состоянии, своевременному ремонту и реконструкции переездов для пожарной техники на трубопроводах.

Выводы

Добыча углеводородного сырья на землях лесного фонда в силу своей специфики требует особого подхода к противопожарному обустройству лесов. Существующие сегодня нормативы и требования законодательства в этой области противоречивы, недостаточно конкретны и не способствуют эффективной охране лесов от пожаров в границах лицензионных участков недр. В целях повышения эффективности предупреждения возникновения

и распространения лесных пожаров по территории нефтепромыслов необходимо внести ряд изменений в действующее законодательство, регулирующее охрану лесов от пожаров, унифицировать и систематизировать проектные решения по противопожарному обустройству лесов во всех типах проектной документации, обязать недропользователей в обязательном порядке разрабатывать проекты противопожарного обустройства лицензионных участков недр.

Список источников

- Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н.* Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2010. № 4 (66). С. 60–63.
- Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ. М., 2001. 648 с.
- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ. М., 2006. 112 с.
- Морозов А. Е.* Горимость лесов в районе интенсивной нефтедобычи // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург : УГЛТА, 2001. С. 169–170.
- Морозов А. Е.* Состояние горимости лесов в районе интенсивной нефтегазодобычи // Актуальные проблемы биологии и экологии : матер. XIII молодежн. науч. конф. Ин-та биологии. Сыктывкар, 3–7 апреля 2006 г. Сыктывкар, 2006. С. 98–101.
- Морозов А. Е.* Научная организация использования и сохранения лесов в районах добычи углеводородного сырья (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) : дис. ... д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2022. 710 с.
- Платонов Е. Ю., Залесова Е. С., Белов Л. А.* Противопожарное обустройство лицензионных участков ПАО «НК Роснефть» на примере Сургутского лесничества // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 3 (66). С. 58–65.
- Платонов Е. Ю.* Научное обоснование системы противопожарного устройства лесного фонда в районах нефтегазодобычи (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2020. 20 с.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 07.10.2020 г. № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах». М., 2020. 14 с.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16.04.2011 г. № 281 «О мерах противопожарного обустройства лесов». М., 2011. 1 с.
- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». М., 2020. 88 с.
- Противопожарное устройство населенных пунктов на примере пос. Приозерный / Р. Б. Малицкий, Н. М. Фирсов, Е. Ю. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 1 (72). С. 22–31.
- Приказ Минприроды России от 28.03.2014 г. № 161 «Об утверждении видов средств предупреждения и тушения лесных пожаров, нормативов обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, норм наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов». М., 2014. 30 с.

- 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.
- Приказ Минприроды России от 07.07.2020 г. № 417 «Об утверждении Правил использования лесов для осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых и Перечня случаев использования лесов в целях осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых без предоставления лесного участка, с установлением или без установления сервитута». М., 2020. 9 с.
- Приказ Минприроды России от 10.07.2020 г. № 434 «Об утверждении Правил использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов и Перечня случаев использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов без предоставления лесного участка, с установлением или без установления сервитута, публичного сервитута». М., 2020. 9 с.
- Приказ Минприроды России от 23.03.2023 г. № 141 «О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июля 2020 г. № 542 «Об утверждении типовых договоров аренды лесных участков». М., 2023. 9 с.
- Приказ Минприроды России от 17.01.2022 г. № 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». М., 2022. 19 с.
- Приказ Рослесхоза от 27.04.2012 г. № 174 «Об утверждении Нормативов противопожарного обустройства лесов». М., 2012. 43 с.
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.04.2022 г. № 1084-р Об утверждении перечня объектов капитального строительства, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов. URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 01.02.2024).
- Совершенствование противопожарного обустройства лесов Российской Федерации / Ю. З. Шур, А. А. Степченко, Е. Н. Горовая [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2018. № 3. С. 54–65.
- Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». М., 2008. 142 с.

References

- Code of the Russian Federation on Administrative Offenses dated December 30, 2001 № 195-FZ. М., 2001. 648 p.
- Decree of the Government of the Russian Federation dated April 16, 2011 № 281 “On measures for fire prevention in forests”. М., 2011. 1 p.
- Decree of the Government of the Russian Federation dated October 7, 2020 № 1614 “On approval of fire safety rules in forests”. М., 2020. 14 p.
- Decree of the Government of the Russian Federation dated September 16, 2020 № 1479 “On approval of the Fire Regulations in the Russian Federation”. М., 2020. 88 p.
- Decree of the Government of the Russian Federation dated 30.04.2022 No. 1084-p On Approval of the List of Capital Construction Facilities Not Related to the Creation of Forest Infrastructure for Protective Forests, Operational Forests, Reserve Forests. URL: <https://docs.cntd.ru> (accessed 02.01.2024). (In Russ.)
- Federal Law of July 22, 2008 № 123-FZ “Technical Regulations on Fire Safety Requirements”. М., 2008. 142 p.

- Fire protection systems in populated areas using the example of the village. Priozerny / R. B. Malitsky, N. M. Firsov, E. Y. Platonov [et al.] // Forests of Russia and management in them. 2020. № 1 (72). P. 22–31. (In Russ.)
- Forest Code of the Russian Federation dated December 4, 2006 № 200-FZ. M., 2006. 112 p.
- Morozov A. E.* Burnability of forests in the area of intensive oil extraction // Socio-economic and environmental problems of the forestry complex : Abstracts of reports of the international scientific and technical conference. Yekaterinburg : UGLTA, 2001. P. 169–170. (In Russ.)
- Morozov A. E.* Scientific organization of the use and conservation of forests in areas of hydrocarbon extraction (on the example of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra) : Diss. ... doctors of agricultural sciences Sci. Yekaterinburg, 2022. 710 p.
- Morozov A. E.* The state of forest fires in the area of intensive oil and gas extraction // Materials of the XIII Youth Scientific Conference of the Institute of Biology “Current Problems of Biology and Ecology”. Syktyvkar, April 3–7, 2006. Syktyvkar, 2006. P. 98–101. (In Russ.)
- Order of Rosleskhoz dated April 27, 2012 № 174 “On approval of the Standards for fire safety management of forests”. M., 2012. 43 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 07.07.2020 № 417 “On approval of the Rules for the use of forests for geological study of subsoil, exploration and production of mineral resources and the List of cases of use of forests for the purpose of geological study of subsoil, exploration and production of mineral resources without provision of a forest plot, with or without the establishment of an easement”. M., 2020. 9 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated August 18, 2014 № 367 “On approval of the List of forest vegetation zones of the Russian Federation and the List of forest areas of the Russian Federation”. M., 2014. 31 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated January 17, 2022 № 23 “On approval of types of logging work, the order and sequence of their implementation, the form of the technological map of logging work, the form of the final inspection report of the cutting area and the procedure for the final inspection of the cutting area”. M., 2022. 19 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated July 10, 2020 № 434 “On approval of the Rules for the use of forests for construction, reconstruction, operation of linear objects and the List of cases of use of forests for construction, reconstruction, operation of linear objects without the provision of a forest plot, with the establishment or without establishing an easement, a public easement”. M., 2020. 9 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated March 28, 2014 № 161 “On approval of types of means of preventing and extinguishing forest fires, standards for the provision of these means to persons using forests, standards for the availability of means of preventing and extinguishing forest fires when using forests”. M., 2014. 30 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated March 23, 2023 № 141 “On introducing amendments to the order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated July 30, 2020 № 542 “On approval of standard lease agreements for forest areas”. M., 2023. 9 p.
- Platonov E. Yu. Scientific substantiation of the forest fire protection system in oil and gas production areas (using the example of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra) : Author’s abstract. diss. ...cand. agricultural Sci. Yekaterinburg, 2020. 20 p.
- Platonov E. Yu., Zalesova E. S., Belov L. A. Fire safety equipment of licensed areas of PJSC NK Rosneft using the example of the Surgut forestry // Forests of Russia and management in them. 2018. № 3(66). P. 58–65. (In Russ.)

Improving the fire safety management of forests in the Russian Federation / Yu. Z. Shur, A. A. Stepchenko, E. N. Gorovaya [et al.] // Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry. 2018. № 3. P. 54–65. (In Russ.)

Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselova N. N. Organization of fire-prevention devices for plantings formed on former agricultural land // Vestnik Altaisk. state agrarian un-ta. 2010. № 4 (66). P. 60–63. (In Russ.)

Информация об авторах

A. E. Морозов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор;

H. B. Федорова – магистрант;

M. A. Морозова – магистрант.

Author information

A. E. Morozov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor;

N. V. Fedorova – Master's student;

M. A. Morozova – Master's student.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; принята к публикации 01.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; accepted for publication 01.03.2024.

Леса России и Хозяйство в них. 2023. № 2 (89). С. 110–118.

Forests of Russia and economy in them. 2023. № 2 (89). P. 110–118.

Научная статья

УДК 630*182.46

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.012

АНАЛИЗ СОСТАВА ТРАВЯНОГО ПОКРОВА В ШАРТАШСКОМ ЛЕСНОМ ПАРКЕ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА С УЧАСТИЕМ *ACER NEGUNDO* L.

Елена Александровна Тишкина¹, Регина Александровна Осипенко²,
Анна Владимировна Лантинова³, Александра Валерьевна Шашина⁴,
Наталья Дмитриевна Целева⁵, Анастасия Дмитриевна Морозова⁶,
Филипп Олегович Царев⁷, Екатерина Викторовна Борзенко⁸

^{1–8} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Тишкина Елена Александровна,

Elena.MLOB1@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния *Acer negundo* L. на травяной покров в Шарташском лесном парке г. Екатеринбурга. Он растет в 13 лесных парках Екатеринбурга из 15 на площади 228 га, формируя вторичный ареал. Агрессивность *A. negundo* L. в сочетании с его теневыносливостью, высокой плодovitостью и скоростью роста, а также способностью противостоять высоким рекреационным нагрузкам способствует образованию многоярусных зарослей. Целью исследования являлось влияние иматурных особей *A. negundo* на разнообразие видового состава травяного покрова в Шарташском лесном парке. Стратегия распространения вида при экспансии в лесном парке заключается в освоении открытых местообитаний с постепенным внедрением в глубь древостоя и вытеснением аборигенной флоры. В результате исследования в местообитаниях *A. negundo* L. было установлено, что явной зависимости при сравнении таких показателей, как количество видов, семейств, на контрольных участках и участках с *A. negundo* L. в Шарташском лесном парке не наблюдается. Количество семейств и видов почти сходное. По проективному покрытию также не отмечается большого различия. Доминируют лесные и лесолуговые виды из Ericaceae, Poaceae, Rosaceae и Scrophulariaceae. Таким образом, установить влияние *A. negundo* на разнообразие, общее обилие, структуру доминирования в сообществах не удалось. Влияние *A. negundo* проявилось вхождением в состав травяного покрова синантропных видов – *Taraxacum officinale* Wigg., *Trifolium repens* L., *Bromopsis inermis* Holub., *Stellaria media* (L.) Vill., *Urtica dioica* L., что может привести к росту открытости сообществ для внедрения других чужеродных растений.

Ключевые слова: *Acer negundo*, лесной парк, травянистый покров

Для цитирования: Анализ состава травяного покрова в Шарташском лесном парке г. Екатеринбурга с участием *Acer negundo* L. / Е. А. Тишкина, Р. А. Осипенко, А. В. Лантинова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 110–118.

Original article

ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF THE GRASS COVER IN THE SHARTASH FOREST PARK OF YEKATERINBURG WITH THE PARTICIPATION OF *ACER NEGUNDO* L.

Elena A. Tishkina¹, Regina A. Osipenko², Anna V. Lantinova³, Alexandra V. Shashina⁴, Natalia D. Tseleva⁵, Anastasia D. Morozova⁶, Philip O. Tsarev⁷, Ekaterina V. Borzenko⁸

¹⁻⁸ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Tishkina Elena Aleksandrovna,

Elena.MLOB1@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of *Acer negundo* L. on a grassy roof in the Shartashsky forest Park in Yekaterinburg. It grows in 13 forest parks of Yekaterinburg out of 15 on an area of 228 hectares, forming a secondary area. The aggressiveness of the ash-leaved maple, combined with its shade tolerance, high fertility and growth rate, as well as the ability to withstand high recreational loads, forms multi-tiered thickets. The aim of the study was the influence of immature *A. negundo* individuals on the diversity of the species composition of the grass cover in the Shartash Forest Park. The strategy of spreading the species during expansion into the forest park is to develop open habitats, gradually penetrating deep into the stand, displacing the native flora. As a result of the study in the habitats of the ash-leaved maple, it was found that there is no obvious dependence when comparing indicators such as the number of species, families in control plots and plots with ash-leaved maple in the Shartash Forest Park. The number of families and species is almost similar. There is also not much difference in the projective coverage. Forest and forest-meadow species from Ericaceae, Poaceae, Rosaceae and Scrophulariaceae dominate. Thus, it was not possible to establish the influence of *A. negundo* on diversity, general abundance, and the structure of dominance in communities. The influence of *A. negundo* was manifested by the entry of synatropic species into the grass cover – *Taraxacum officinale* Wigg., *Trifolium repens* L., *Bromopsis inermis* Holub., *Stellaria media* (L.) Vill., *Urtica dioica*, since under the influence of maple it can lead to an increase in the openness of communities for the introduction of other alien plants.

Keywords: *Acer negundo*, forest park, grassy cover

For citation: Analysis of the composition of the grass cover in Shartash forest park of Yekaterinburg with the participation of *Acer negundo* L. / E. A. Tishkina, R. A. Osipenko, A. V. Lantinova [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 110–118.

Введение

Биологические инвазии, или расселение видов растений и животных во вторичных ареалах, – один из глобальных факторов трансформации естественных экосистем (Wilcove et al., 1998; Vilà et al., 2011; Gioria et al., 2014). Инвазивный клен ясенелистный *Acer negundo* L. активно расселяется в Евразии на нарушенных и полустественных территориях (Виноградова и др., 2010; Гусев, 2016). В частности, *A. negundo* активно возоб-

новляется в урбанизированных лесах Среднего Урала (Веселкин, Коржиневская, 2018; Veselkin et al., 2018; Tishkina, 2022). По литературным данным в сообществах с доминированием *A. negundo* разнообразие аборигенных растений снижается (Emelyanov, Frolova, 2011; Kostina et al., 2016). Поэтому изучение процессов, которые протекают в лесопарковой зоне Екатеринбурга при внедрении в них инвазионного вида клена ясенелистного, представляется весьма актуальным.

Цель, методика и объекты исследования

Целью исследования являлось влияние имма- турных особей *A. negundo* на разнообразие видо- вого состава травяного покрова в Шарташском лесном парке г. Екатеринбург. Исследования выполнены в 2021 г. в Шарташском лесном парке (56°51'53" N, 60°42'33" E) на 10 пробных площа- дях (ПП). Были отобраны площадки на двух участ- ках: контрольный участок (без клена) и участок с доминированием имма- турных особей клена. Пробные площади размером 20×20 м и 30×30 м закладывались по стандартным методикам. На каждой пробной площади был сделан сплошной пересчет древесно-кустарниковой растительности и описан живой напочвенный покров (ЖНП). При описании использовался метод учетных площа- док (УП). Учетные площадки размером 50×50 см в количестве 20–25 шт. размещались на пробной площади так, чтобы были отражены особенности размещения видов на территории и охвачены все

типы фитоценозов. На каждой УП был опреде- лен видовой состав травянистой растительности, проективное покрытие, тип размещения и выде- лены ценогические группы (Основы фитомонито- ринга, 2020).

Результаты исследования и их обсуждение

Клен ясенелистный по данным лесострои- тельных материалов, внедрился в 13 из 15 лесных парков Екатеринбурга и формирует вторичный ареал (Орехова, Тишкина, 2022). На всех участках вне зависимости от присутствия или отсутствия клена ясенелистного преобладают лесные и лесо- луговые виды (брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), костяника каме- нистая (*Rubus saxatilis* L.), вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), земляни- ка лесная (*Fragaria vesca* L.), будра плющевид- ная (*Glechoma hederacea* L.), гравилат городской (*Geum urbanum* L.)) (таблица, рис. 1).

Видовое разнообразие травянистого покрова в Шарташском лесном парке
Species diversity of grass cover in Shartash Forest Park

№	Ценоз Cenosis	Семейство Family	Видовое название Species name	ПП на УП, % PP per UP, %	ПП на га, % PP per ha, %
Контрольные участки (без клена) Control areas (without maple)					
1	Лесной Forest	Бобовые (Fabaceae)	Чина весеня (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	20	1,25
2		Вересковые (Ericaceae)	Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	342	21,38
3			Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	200	12,50
4		Грушанковые (Pyrolaceae)	Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	60	3,75
5			Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House)	77	4,81
6		Жимолостные (Caprifoliaceae)	Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i> L.)	140	8,75
7		Ландышевые (Convallariaceae)	Майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.)	79	4,94
8		Норичниковые (Scrophulariaceae)	Медуница мягкая (<i>Pulmonaria mollis</i> Wulf. ex Hornem.)	10	0,63
9		Первоцветные (Primulaceae)	Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i> L.)	35	2,19

Продолжение таблицы
Continuation table

№	Ценоз Cenosis	Семейство Family	Видовое название Species name	ПП на УП, % PP per UP, %	ПП на га, % PP per ha, %
10	Лесной Forest	Розоцветные (Rosaceae)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	72	4,50
11			Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	200	12,50
12		Сельдерейные (Ariaceae)	Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.)	5	0,31
13		Яснотковые (Lamiaceae)	Буквица лекарственная (<i>Betonica officinalis</i> L.)	5	0,31
14	Лесолуговой Forest-meadow	Астровые (Asteraceae)	Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	20	1,25
15		Гераниевые (Geraniaceae)	Герань лесная (<i>Geranium pratense</i> L.)	15	0,94
16		Мареновые (Rubiaceae)	Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	42	2,63
17		Мятликовые (Poaceae)	Вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	290	18,13
18		Норичниковые (Scrophulariaceae)	Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)	65	4,06
Участки с кленом Plots with maple					
1	Лесной Forest	Вересковые (Ericaceae)	Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	10	0,67
2			Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	5	0,33
3		Ландышевые (Convallariaceae)	Купена душистая (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	35	2,33
4			Ландыш майский (<i>Convallaria majalis</i> L.)	40	2,67
5		Розоцветные (Rosaceae)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	225	15,00
6			Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	27	1,80
7		Щитовниковые (Dryopteridaceae)	Щитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott)	40	2,67
8		Яснотковые (Lamiaceae)	Буквица лекарственная (<i>Betonica officinalis</i> L.)	15	1,00
9	Лесолуговой Forest-meadow	Астровые (Asteraceae)	Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	10	0,67
10		Гераниевые (Geraniaceae)	Герань лесная (<i>Geranium pratense</i> L.)	12	0,80
11		Мареновые (Rubiaceae)	Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	24	1,60
12		Мятликовые (Poaceae)	Вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	20	1,33
13		Норичниковые (Scrophulariaceae)	Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)	70	4,67
14		Розоцветные (Rosaceae)	Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i> L.)	10	0,67
15		Яснотковые (Lamiaceae)	Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	254	16,93

Окончание таблицы
The end of table

№	Ценоз Cenosis	Семейство Family	Видовое название Species name	ПП на УП, % PP per UP, %	ПП на га, % PP per ha, %
16	Луговой Lugovoy	Бобовые (Fabaceae)	Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	5	0,33
17		Лютиковые (Ranunculaceae)	Лютик едкий (<i>Ranunculus acer</i> L.)	7	0,47
18		Мятликовые (Poaceae)	Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	30	2,00
19	Синантропный Synanthropic	Астровые (Asteraceae)	Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	3	0,20
20		Бобовые (Fabaceae)	Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	10	0,67
21		Мятликовые (Poaceae)	Кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> Holub)	7	0,47
22		Гвоздичные (Caryophyllaceae)	Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill)	5	0,33
23		Крапивные (Urticaceae)	Крапива двудомная (<i>Stellaria media</i> (L.)	100	6,67

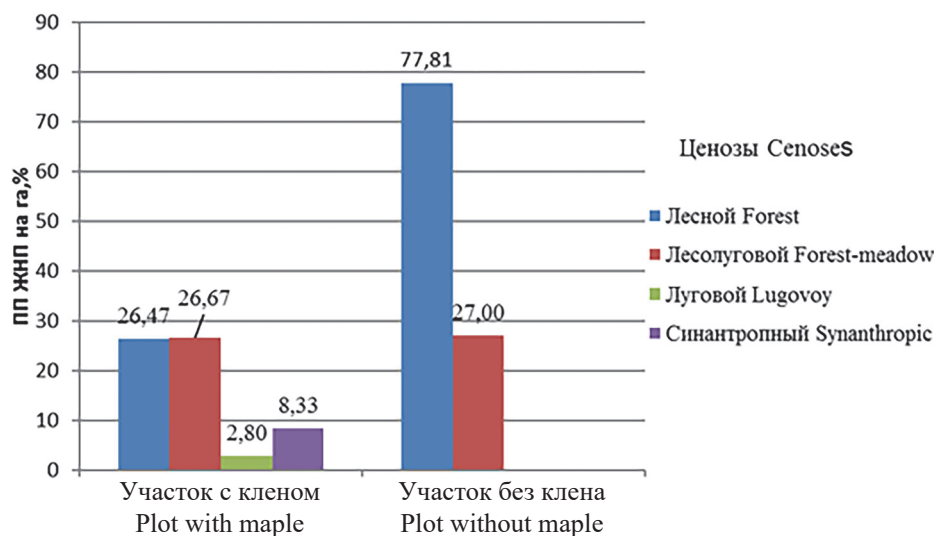


Рис. 1. Распределение проективного покрытия живого напочвенного покрова (ЖНП) на пробных площадях по ценотипам в Шарташском лесном парке

Fig. 1. Distribution of the projective cover of the living ground cover (ZHNP) on the test areas by cenotypes in the Shartash Forest Park

Значительный процент площади занимают синантропные виды на пробных площадях с кленом (крапива двудомная (*Stellaria media* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* Holub)) (8,33 %). Таким образом, невозможно однозначно утверждать, что иматурные особи клена ясенелистного оказывают прямое влияние на ценотический состав в данном лесном парке.

В Шарташском лесном парке определено 32 вида, при этом взаимосвязи по количеству видов на контрольных участках и участках с кленом в лесном парке нами не прослеживается (рис. 2).

Определены преобладающие по количеству видов семейства на всех пробных площадях: астровые, бобовые, вересковые, ландышевые, мареновые, мятликовые, норичниковые, розоцветные, сельдерейные, яснотковые (рис. 3).

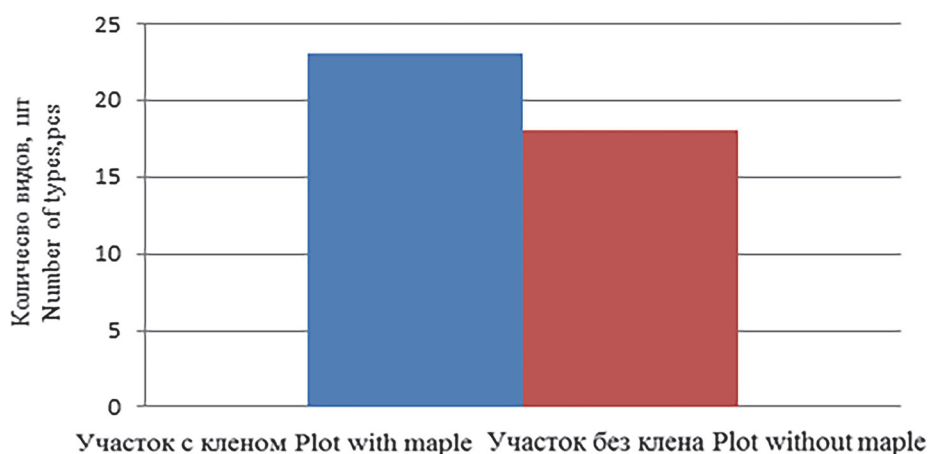


Рис. 2. Распределение количества видов в зависимости от местонахождения пробной площади
 Fig. 2. Distribution of the number of species depending on the location of the sample area

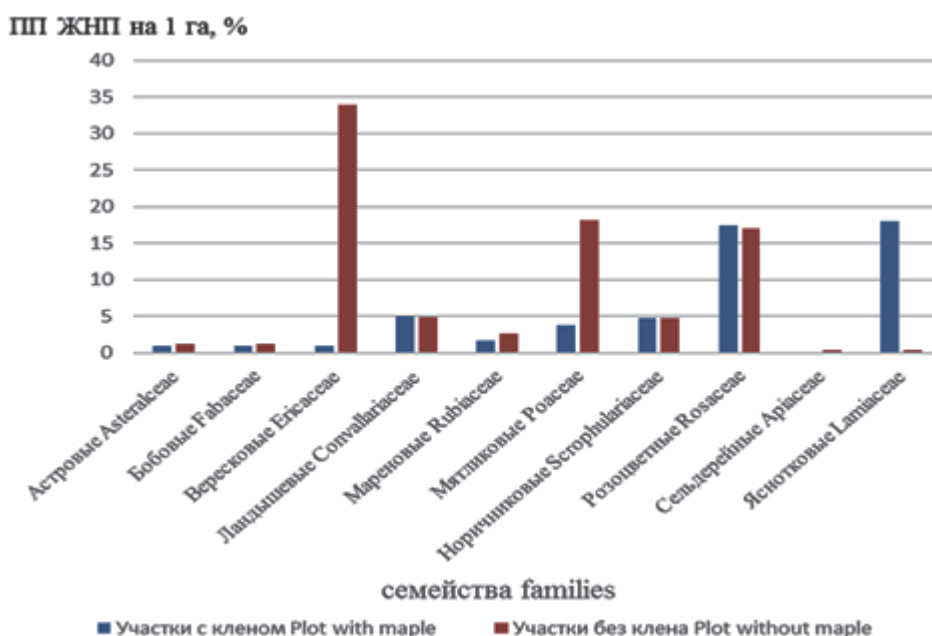


Рис. 3. Распределение проективного покрытия живого напочвенного покрова на пробных площадях на контрольных участках и участках с кленом по семействам
 Fig. 3. Distribution of the projective cover of the living ground cover on the test areas at the control plots and plots with maple by family

В лесном парке наблюдается преобладание вересковых (брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), мятликовых (вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), розоцветных (земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) и норричниковых (медуница мягкая (*Pulmonaria mollis*

Pulmonaria mollis Wulf. ex Hornem.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.) семейств вне зависимости от участка.

Также среди преобладающих семейств по виду на участках с кленом можно выделить семейство яснотковые (будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.).

Выводы

В итоге явной зависимости при сравнении таких показателей, как количество видов, семейств, на контрольных участках и участках с кленом ясенелистным в Шарташском лесном парке не наблюдается. Количество семейств и видов почти сходное. По проективному покрытию также не отмечается большого различия. Доминируют лесные и лесолуговые виды из вересковых, мятликовых, розоцветных и норичниковых. Таким образом, установить влияние *A. negundo* на разнообразие, общее обилие, структуру доминирования в сообще-

ствах не удалось. Влияние *A. negundo* проявилось вхождением в состав травяного покрова синатропных видов – *Taraxacum officinale* Wigg., *Trifolium repens* L., *Bromopsis inermis* Holub., *Stellaria media* (L.) Vill., *Urtica dioica* L., что может привести к росту открытости сообществ для внедрения других чужеродных растений. Наши данные хорошо согласуются и с другими исследователями (Chytrý et al., 2008; Pyšek et al., 2012). Следовательно, в целом эффекты для структуры травяного покрова, связанные с инвазией *A. negundo*, в Шарташском лесном парке не очень велики.

Список источников

- Веселкин Д. В., Коржиневская А. А. Пространственные факторы адвентизации подлеска в лесопарках крупного города // Изв. РАН. Сер. географическая. 2018. № 4. С. 54–64.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М. : ГЕОС, 2010. 512 с.
- Гусев А. П. Чужеродные виды-трансформеры как причина блокировки восстановительных процессов (на примере юго-востока Беларуси) // Российский журнал прикладной экологии. 2016. № 3 (7). С. 10–14.
- Орехова О. Н., Тишкина Е. А. Индивидуальное развитие *Acer negundo* L. и оценка его состояния при инвазии в лесопарк им. Лесоводов России // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2022. № 4 (69). С. 133–139.
- Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
- Chytrý M., Jarošík V., Pyšek P. et al. Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion // Ecology. 2008. Vol. 89. № 6. P. 1541–1553.
- Emelyanov A. V., Frolova S. V. Ash-leaf maple (*Acer negundo* L.) in coastal phytocenoses of the Vorona River // Rus. J. Biol. Invasions. 2011. Vol. 2. № 2–3. P. 161–163.
- Gioria M., Jarosik V., Pyšek P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging patterns // Perspect. Plant Ecol. 2014. Vol. 16. № 3. P. 132–142.
- Kostina M. V., Yasinskaya O. I., Barabanshchikova N. S., Orlyuk F. A. Toward a issue of box elder invasion into the forests around Moscow // Rus. J. Biol. Invasions. 2016. Vol. 7. № 1. P. 47–51.
- Pyšek P., Chytrý M., Perg J. et al. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats // Preslia. 2012. Vol. 84. № 3. P. 575–629.
- Tishkina E. A. Expansion of *Acer negundo* L. in the forest parks of Yekaterinburg // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2022. № 1045. P. 012069.
- Veselkin D. V., Korzhinevskaya A. A., Podgayevskaya E. N. The species composition and abundance of alien and invasive understory shrubs and trees in urban forests of Yekaterinburg // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2018. Vol. 42. P. 102–118.
- Vilà M., Espinar J. L., Hejda M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems // Ecol. Lett. 2011. Vol. 14. № 7. P. 702–708.
- Wilcove D. S., Rothstein D., Dubow J. et al. Quantifying threats to imperiled species in the United States // Bioscience. 1998. Vol. 48. № 8. P. 607–615.

References

- Chytrý M., Jarošík V., Pyšek P. et al. Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion // *Ecology*. 2008. Vol. 89. № 6. P. 1541–1553.
- Emelyanov A. V., Frolova S. V. Ash-leaf maple (*Acer negundo* L.) in coastal phytocenoses of the Vorona River // *Rus. J. Biol. Invasions*. 2011. Vol. 2. № 2–3. P. 161–163.
- Fundamentals of phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [et al.] : textbook. stipend. Yekaterinburg : Ural. gos. lesotechn. univ., 2020. 90 p.
- Gioria M., Jarosik V., Pyšek P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging patterns // *Perspect. Plant Ecol*. 2014. Vol. 16. № 3. P. 132–142.
- Gusev A. P. Alien species-transformers as a cause of blockage of restoration processes (on the example of the South-east of Belarus) // *Russian Journal of Applied Ecology*. 2016. № 3 (7). P. 10–14. (In Russ.)
- Kostina M. V., Yasinskaya O. I., Barabanshchikova N. S., Orlyuk F. A. Toward a issue of box elder invasion into the forests around Moscow // *Rus. J. Biol. Invasions*. 2016. Vol. 7. № 1. P. 47–51.
- Orekhova O. N., Tishkina E. A. Individual development of *Acer negundo* L. and an assessment of its condition during invasion into the forest park named after. Foresters of Russia // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*. 2022. № 4 (69). P. 133–139. (In Russ.)
- Pyšek P., Chytrý M., Perg J. et al. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats // *Preslia*. 2012. Vol. 84. № 3. P. 575–629.
- Tishkina E. A. Expansion of *Acer negundo* L. in the forest parks of Yekaterinburg // *IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci.* 2022. № 1045. P. 012069.
- Veselkin D. V., Korzhinevskaya A. A. Spatial factors of understory ventilation in forest parks of a large city // *Izv. RAS. Ser. geograficheskaya*. 2018. № 4. P. 54–64. (In Russ.)
- Veselkin D. V., Korzhinevskaya A. A., Podgayevskaya E. N. The species composition and abundance of alien and invasive understory shrubs and trees in urban forests of Yekaterinburg // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2018. Vol. 42. P. 102–118.
- Vilà M., Espinar J. L., Hejda M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems // *Ecol. Lett.* 2011. Vol. 14. № 7. P. 702–708.
- Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R., Horun L. V. The Black Book of the Flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia. Moscow : GEOS, 2010. 512 p.
- Wilcove D. S., Rothstein D., Dubow J. et al. Quantifying threats to imperiled species in the United States // *Bioscience*. 1998. Vol. 48. № 8. P. 607–615.

Информация об авторах

- Е. А. Тишкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Elena.MLOB1@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6315-2878>
- Р. А. Осипенко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
osipenkora@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3359-3079>
- А. В. Лантинова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
lantinovaan@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4670-1879>
- А. В. Шашина – студент, shasinaalex@gmail.com
- Н. Д. Целева – студент, tselevanatasha@mail.ru
- А. Д. Морозова – студент, nastasya-maksimova-2021@mail.ru
- Ф. О. Царев – студент, tsarev.f@list.ru com
- Е. В. Борзенко – студент, katyaborzenko14@gmail.com

Information about the authors

*E. A. Tishkina – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
Elena.MLOB1@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6315-2878>*

*R. A. Osipenko – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
osipenkora@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3359-3079>*

*A. V. Lantinova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
lantinovaan@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4670-1879>*

A. V. Shashina – student, shasinaalex@gmail.com

N. D. Tseleva – student, tselevanatasha@mail.ru

A. D. Morozova – student, nastasya-maksimova-2021@mail.ru

F. O. Tsarev – student, tsarev.f@list.ru com

E. V. Borzenko – student, katyaborzenko14@gmail.com

Статья поступила в редакцию 15.02.2024; принята к публикации 01.03.2024.

The article was submitted 15.02.2024; accepted for publication 01.03.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 119–128.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 119–128.

Научная статья

УДК-635.9

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.013

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПАРКЕ МИКРОРАЙОНА СОЛНЕЧНЫЙ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Антон Дмитриевич Тутынин¹, Галина Виленовна Агафонова²

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

¹ vip.tutyinin@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6486-2864>

² agafonovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4211-2572>

Аннотация. Охарактеризован видовой состав древесной и кустарниковой растительности в парке микрорайона Солнечный г. Екатеринбурга: определен видовой состав, выявлена пространственная структура насаждений, оценено санитарное состояние изученных растений. Дано описание микрорайона Солнечный с точки зрения градостроительной ценности. Изучены особенности ландшафтной структуры паркового пространства, организация и роль насаждений. Определены преобладающие виды древесной и кустарниковой растительности, установлено, что на территории парка достаточно успешно произрастают деревья и кустарники как местного происхождения, так и интродуцированные. Отмечены плохое развитие и гибель отдельных экземпляров деревьев и кустарников. Приведена характеристика насаждений в графической и табличной формах. Обсуждены результаты изучения проблемы в сравнении с таковыми исследований нескольких российских специалистов, ученых и производителей, которые были выполнены в г. Екатеринбурге. Этими авторами выявлена тенденция к уменьшению доли тополя бальзамического и клена ясенелистного, что можно расценивать как положительный тренд в озеленении населенных пунктов. Настоящими сведениями показано полное отсутствие указанных видов на территории парка. Приведен перечень древесных и кустарниковых растений-интродуцентов, описано их состояние, выявлены случаи гибели отдельных экземпляров. Причины гибели не установлены. Организация парка представлена открытой пространственной структурой.

Поскольку структура и характеристики насаждений меняются с возрастом, было выдвинуто предположение о дальнейшей трансформации насаждений на территории парка и необходимости проведения мероприятий по поддержанию его облика.

Ключевые слова: парк, ассортимент, Солнечный, озеленение

Для цитирования: Тутынин А. Д., Агафонова Г. В. Комплексная характеристика древесных и кустарниковых насаждений в парке микрорайона Солнечный г. Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 119–128.

Original article

COMPLEX CHARACTERISTICS OF WOODY AND SHRUBBERY VEGETATION IN THE PARK OF SOLNECHNY MICRODISTRICT

Anton D. Tutynin¹, Galina V. Agafonova²

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

¹ vip.tutynin@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6486-2864>

² agafonovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4211-2572>

Abstract. The species composition of woody and shrubbery vegetation in Solnechny microdistrict park of Yekaterinburg is characterized: The species composition is defined, spatial structure of vegetation is revealed, sanitary condition of studied plants is valuated. The description of Solnechny microdistrict in relation to urban planning worth is given. The features of the park space landscape structure and role and organization of vegetation are studied. The prevalent species of woody and shrubbery vegetation are defined. It is ascertained that, local as well as introduced trees and shrubs grow successfully enough on the territory of the park. Poor development and death of separate examples is noticed. The role of various plants as objects of landscape structure is described. The characteristic of plantings in graphical and tabular forms is given. The results of studying the problem in comparison with the studies of several Russian specialists, both scientists and production workers, conducted in Yekaterinburg, are discussed. These authors have identified a tendency to decrease the proportion of balsamic poplar and ash-leaved maple, which can be regarded as a positive trend in the greening of settlements. These data show the complete absence of these species in the park. A list of woody and shrubby introduced plants is given, their condition is described, and cases of death of individual specimens for unexplained reasons have been identified. When determining the spatial structure of the park, it is recognized that the park is represented by an open spatial structure.

Since the structure and characteristics of plantings change with age, it was suggested that further transformation of plantings in the park and the need for measures to maintain its appearance.

Keywords: the park, assortment, Solnechny, planting of greenery

For citation: Tutynin A. D., Agafonova G. V. Complex characteristics of woody and shrubbery vegetation in the park of Solnechny microdistrict // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 119–128.

Введение

В свете современных экологических вызовов и растущих требований к качеству жизни вопрос о благоустройстве и озеленении жилых районов становится особенно актуальным.

В рамках проекта «Большой Екатеринбург» претворяются в жизнь принятые программы развития жилищно-гражданского строительства за счет освоения отдаленных территорий (Соколовский, Третьякова, 2017). В их число входит микрорайон Солнечный (далее мкр. Солнечный).

Центральным объектом его озеленения является парк, первая часть которого была открыта в 2017 г., вторая – в 2021. В процессе его создания руководствовались европейским стандартом посадочного материала.

Мониторинг зеленых насаждений способствует расширению ассортимента растений, что является актуальным для формирования эстетической привлекательности и залогом устойчивого развития и существования объектов озеленения.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель данной работы – дать комплексную характеристику состава, структуры и состояния древесных и кустарниковых насаждений на территории парка в мкр. Солнечный, что может повлиять на качество и применение в ландшафтном строительстве нехарактерных для условий г. Екатеринбурга декоративных растений.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определение видового состава деревьев и кустарников, произрастающих на территории парка;
- выявление особенностей пространственной структуры насаждений;
- проведение оценки санитарного состояния деревьев и кустарников.

Инвентаризация деревьев и кустарников проводилась по методике, разработанной в Академии

коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова (Методика..., 2023).

Балл санитарного состояния устанавливался в соответствии с правилами санитарной безопасности в лесах (Об утверждении..., 2020). Виды определялись на основании данных электронного ресурса и Plant List (The Plant List, 2023) и уточнялись по каталогу растений фирмы Lorberg (Lorberg, 2019).

Солнечный – строящийся жилой микрорайон комплексной застройки в составе Чкаловского административного района Екатеринбурга, расположен в юго-юго-западной части города на месте бывшего поселка Хутор (рис. 1).

В настоящее время является вторым по величине проектом комплексного освоения территории в современном Екатеринбурге: площадь застраиваемого района составит 362 га, население 85 000 чел.

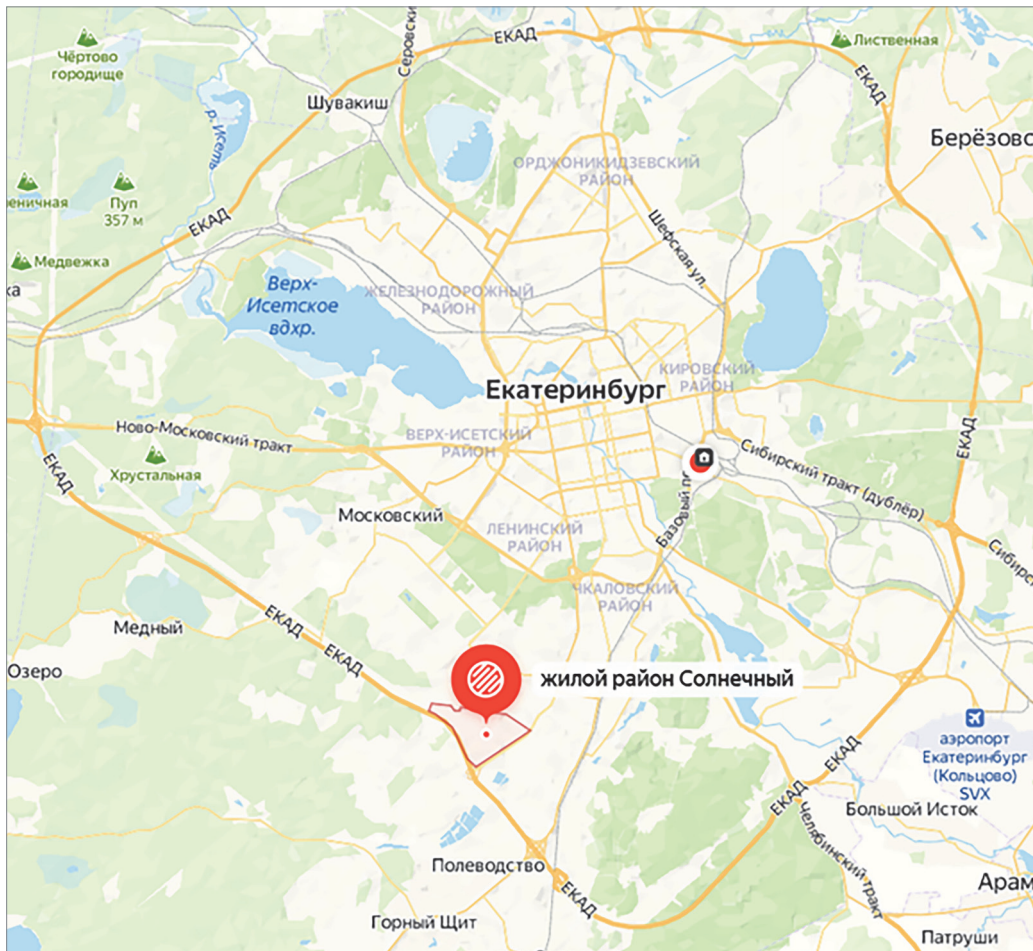


Рис. 1. Положение мкр. Солнечный в г. Екатеринбурге
Fig. 1. The position of Solnechny microdistrict in the city of Yekaterinburg

Озеленение микрорайона представлено в виде бульваров, аллей, внутриворотовых территорий и парка. Зеленая зона в районе Солнечный уже была отмечена такими наградами, как «Лучший градостроительный проект» на III Премии рынка недвижимости Екатеринбурга в 2013 г.; серебряным дипломом в номинации «Лучший общественный реализованный объект площадью менее 1 га» на VIII Российской национальной премии по ландшафтной архитектуре в 2017 г.; серебряным дипломом в номинации «Градостроительство: Дизайн городской среды» Международного конкурса – фестиваля архитектуры и дизайна «Евразийская премия» в 2018 г. (Аллея..., 2023).

Объектом исследования являются насаждения деревьев и кустарников на территории парка в мкр. Солнечный. Парк занимает примерно 3 га, расположен на перекрестке Золотистого бульвара и ул. Счастливая (рис. 2).

В парке есть детский городок, зона для занятий спортом, футбольное поле, площадки для выгула и дрессировки собак, высажено более 30 видов растений.

Результаты исследования

На основе проведенной инвентаризации было выявлено 11 видов деревьев и 23 вида кустарников. Общее количество деревьев 409 шт., преобладает липа мелколистная (*Tilia cordata* L.) – 138 шт., единично встретились дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – 1 шт., черемуха Маака (*Padus maackii* L.) – 2 шт. (рис. 3).

Кустарники, которыми занято приблизительно 1895 м², представлены декоративно-цветущими и декоративно-лиственными видами (рис. 4). В диаграмме отсутствуют следующие представители флоры (куртины площадью меньше 30 м²):

– чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.) – 25 м²;

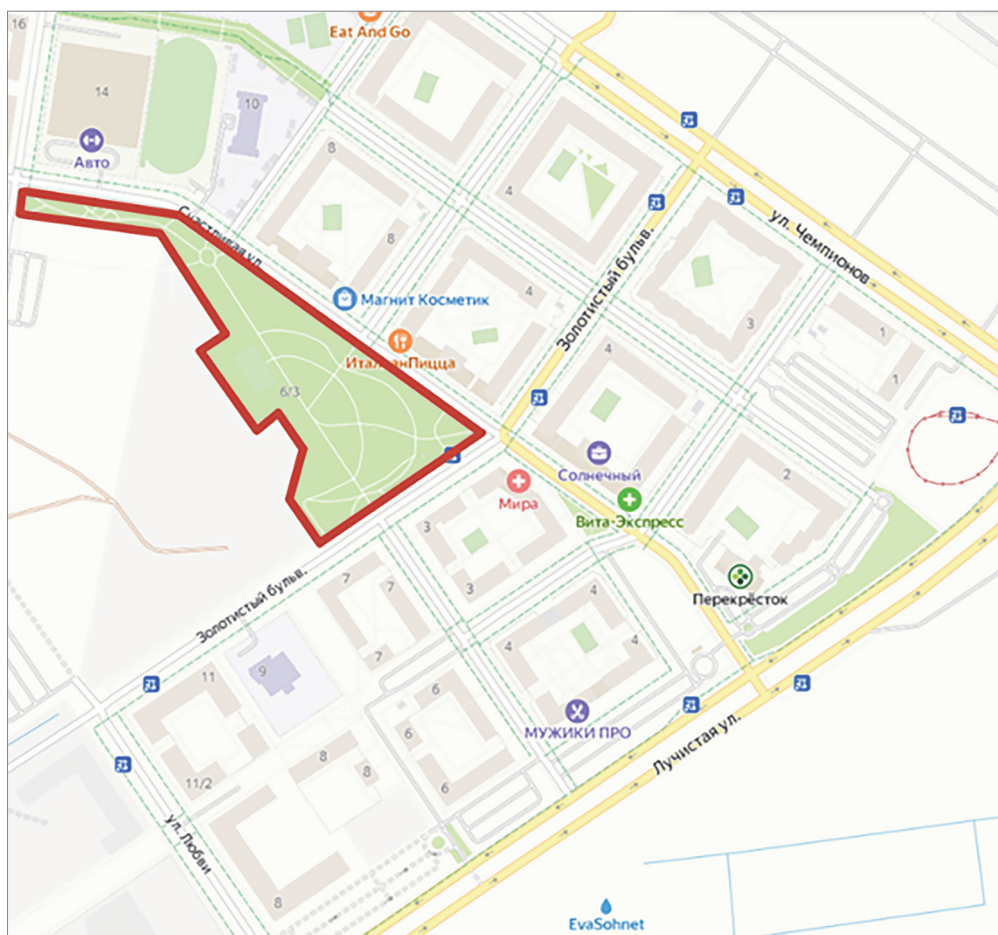


Рис. 2. Расположение парка на территории мкр. Солнечный
Fig. 2. The position of the park on the territory of Solnechny

– кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* L.) – 22 м²;
 – спирея серая (*Spiraea cinerea* L.) – 20 м²;
 – можжевельник горизонтальный (*Juniperus horizontalis* L.) – 4 м².

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) – 2 шт., рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) – 10 шт., сирень венгерская (*Syringa josikaea* L.) – 14 шт., ирга круглолистная (*Amelanchier rotundifolia* L.) – 10 шт. растут отдельными экземплярами.

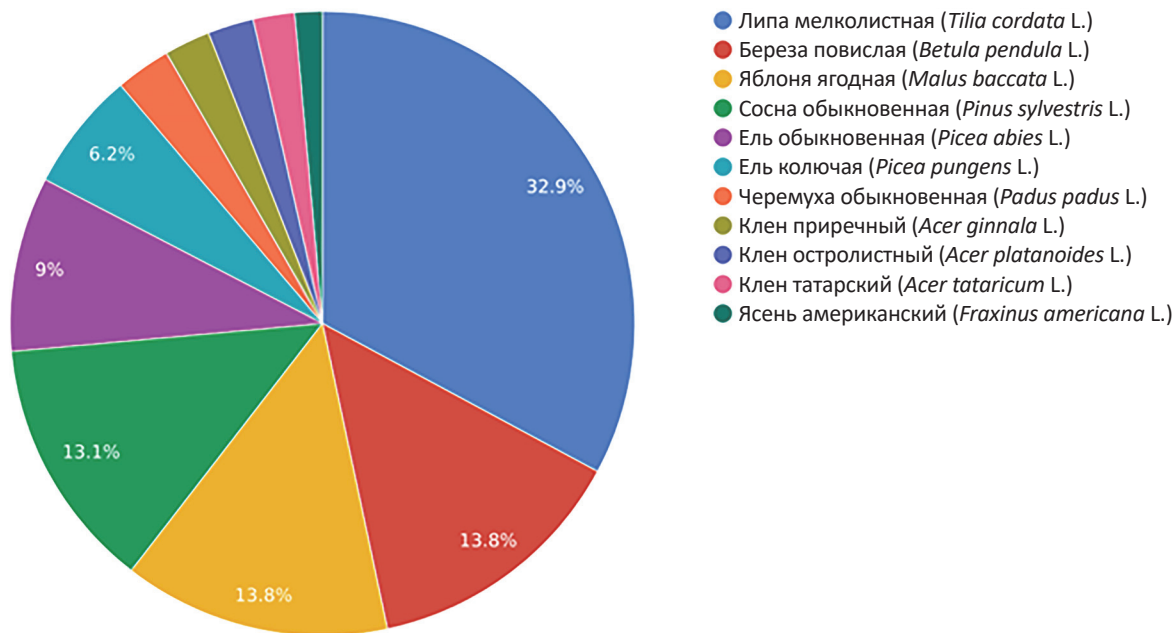


Рис. 3. Долевое участие видов деревьев в озеленении территории
 Fig. 3. The fraction of participated species of trees in greenery planting of the territory

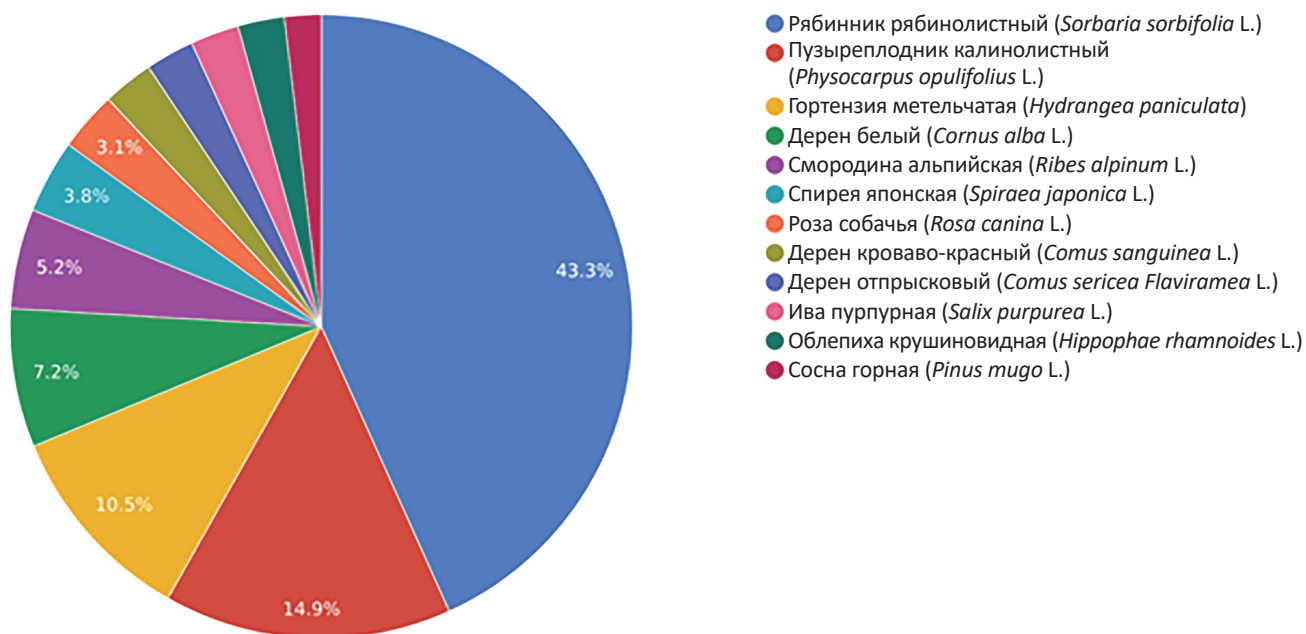


Рис. 4. Долевое участие видов кустарников в озеленении территории
 Fig. 4. The fraction of participated species of shrubbery in greenery planting of the territory

Пространственная структура парка древесной и кустарниковой растительности состоит из следующих элементов:

- древесные группы;
- древесно-кустарниковые группы;
- куртины;
- аллеи;
- одиночные посадки (солитеры).

В аллеиных посадках преобладают липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* L.), береза повислая (*Betula pendula* L.).

В групповых посадках преобладают липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), ель колючая (*Picea pungens* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* L.), со-

сна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза повислая (*Betula pendula* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* L.), клен приречный (*Acer ginnala* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). В качестве солитеров чаще всего используются ясень американский (*Fraxinus americana* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* L.), клен татарский (*Acer tataricum* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.). Плотность посадки деревьев составляет 136 шт./га.

Кустарники в основном высажены куртинами; встречаются групповые посадки и живые изгороди.

Санитарное состояние деревьев отражено в табл. 1, кустарников – в табл. 2.

Таблица 1
Table 1

Характеристика деревьев, произрастающих на территории парка
The characteristics of trees growing in the park territory

Вид растений Species of plants	Кол-во, шт. Q-ty, pcs.	Средний диаметр ствола на высоте 1,3 м, см Average diameter of trunk on the height of 1,3 m, cm	Средняя высота растения, м Average height of a plant, m	Средний балл сан. состояния Average score of sanitary condition
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> L.)	138	7,15	6,40	1,86
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> L.)	58	7,16	5,70	2,00
Яблоня ягодная (<i>Malus baccata</i> L.)	58	6,80	3,00	1,00
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	55	7,60	5,80	1,05
Ель обыкновенная (<i>Picea abies</i> L.)	38	7,20	5,57	1,23
Ель колючая (<i>Picea pungens</i> L.)	26	6,40	3,36	1,29
Рябина обыкновенная (<i>Padus padus</i> L.)	12	4,40	2,50	2,00
Клен приречный (<i>Acer ginnala</i> L.)	10	3,00	2,50	1,00
Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	10	7,19	3,85	1,27
Клен татарский (<i>Acer tataricum</i> L.)	9	6,16	5,30	1,30
Ясень американский (<i>Fraxinus americana</i> L.)	6	7,50	5,75	2,50
Черемуха Маака (<i>Padus maackii</i> L.)	2	3,80	2,80	1,90
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	1	8,00	7,00	1,00

На основе таблицы следует сделать вывод, что лучше всего проявляют себя молодые растения яблони ягодной (*Malus baccata* L.) и клена остролистного (*Acer platanoides* L.).

Если не принимать во внимание малое количество изученных деревьев, то самую низкую санитарную оценку имеют ясень американский (*Fraxinus americana* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* L.) и береза повислая (*Betula pendula* L.).

Из данных табл. 2 установлено, что облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.) практически вся погибла (сохранились единичные растения); самое плохое санитарное состояние отмечено у ивы пурпурной (*Salix purpurea* L.) (3 б.), дерена кроваво-красного (*Cornus sanguinea* L.), смородины альпийской (*Ribes alpinum* L.).

Таблица 2
Table 2

The characteristics of trees growing in the park territory
Характеристика кустарников, произрастающих на территории парка

Виды растений Species of plants	Занимаемая площадь, м ² Taken area, m ²	Средняя высота куста, м Average height of a bush, m	Средняя ширина куста, м Average width of a bush, m	Средний балл сан. состояния Average score of sanitary condition
Рябинник рябинолистный (<i>Sorbaria sorbifolia</i> L.)	771	1,2	1,0	1,00
Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolius</i> L.)	266	0,9	0,7	1,60
Гортензия метельчатая (<i>Hydrangea paniculata</i>)	188	0,5	0,4	1,25
Дерен белый (<i>Cornus alba</i> L.)	128	1,1	0,9	2,00
Смородина альпийская (<i>Ribes alpinum</i> L.)	92	1,5	1,0	2,00
Спирея японская (<i>Spiraea japonica</i> L.)	68	0,6	0,6	1,00
Роза собачья (<i>Rosa canina</i> L.)	55	0,5	0,6	1,00
Дерен кроваво-красный (<i>Cornus sanguinea</i> L.)	47	0,8	0,7	1,50
Дерен отпрысковый (<i>Cornus sericea Flaviramea</i> L.)	45	0,8	0,5	1,25
Ива пурпурная (<i>Salix purpurea</i> L.)	45	1,2	0,8	3,00
Облепиха крушиновидная (<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.)	43	0,7	0,6	Погибшие Dead
Сосна горная (<i>Pinus mugo</i> L.)	34	0,4	0,5	1,00
Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea</i> L.), единично	14 шт.	1,9	1,7	1,50
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), кустовидная форма	2 шт.	3,0	1,9	1,25
Ирга круглолистная (<i>Amelanchier rotundifolia</i> L.)	10 шт.	2,4	2,1	1,29
Сирень обыкновенная (<i>Syringa vulgaris</i> L.)	2 шт.	2,4	1,3	1,00

Дискуссия

В ходе нашей работы мы провели анализ опубликованных исследований по ассортименту древесных и кустарниковых насаждений парков Екатеринбурга.

Так, при сравнении с исследованиями Т.Б. Сродных, Е. Ю. Медведевой (2021), Л. И. Аткиной и др. (2018, 2019), Трофимовой О. А., Сродных Т. Б. (2023) вышеприведенных в статье данных можно утверждать, что установленная в работах этих авторов тенденция, присущая всем паркам Екатеринбурга, выявлена нами также в мкр. Солнечный. Преобладающими видами деревьев остаются липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), береза повислая (*Betula pendula* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* L.). Пространственная структура парка продолжает формироваться преимущественно аллеями и древесными группами.

Новизна решений в парке микрорайона связана в первую очередь с тем, что в посадках полностью отсутствуют тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.).

На примере отдельных не встречавшихся ранее в озеленении растений, представленных в парке, установлено, что в последнее время при благоустройстве общественных городских территорий стали чаще появляться растения-интродуценты, ранее произраставшие исключительно на территориях ботанических садов и в частных домовладениях.

В отличие от данных указанных авторов следует отметить, что в пространственную структуру изученного парка по сравнению с более старыми парками внедрены ранее не часто используемые элементы ландшафтной архитектуры.

Выводы

Видовой состав деревьев и кустарников, произрастающих на территории парка, достаточно разнообразен и представлен 16 видами кустарников и 13 видами деревьев. Количество древесных растений на всей площади составляет 423 шт. Количество кустарников определялось по занимаемой ими площади и составляло 1782 м², поскольку все они произрастают в живых изгородях.

На основании исследований было установлено, что деревья произрастают аллеями, древесными группами (в количестве 136 шт./га), древесно-кустарниковые – группами, куртинами и солитерами, что свойственно открытой пространственной структуре.

Поскольку обследованные растения находятся на ранней стадии развития, выводы об их санитарном состоянии имеют предварительный характер. На настоящем этапе можно утверждать, что лучше развиваются яблоня ягодная (*Malus baccata* L.), клен приречный (*Acer ginnala* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* L.), спирея японская (*Spiraea japonica* L.), роза собачья (*Rosa canina* L.), сосна горная (*Pinus mugo* L.), хуже всего себя проявляют ясень американский (*Fraxinus americana* L.), ива пурпурная (*Salix purpurea* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.).

В процессе роста и развития древесных и кустарниковых насаждений мкр. Солнечный динамика состояния растений, скорее всего, будет изменяться. Следует предположить, что насаждения на территории парка неизбежно будут трансформироваться с течением времени, поэтому необходима разработка мероприятий по поддержанию его облика на высоком художественном уровне с соблюдением всех экологических требований.

Список источников

Аллея в Солнечном отмечена престижной российской премией // Российская гильдия управляющих и девелоперов. URL: <https://rgud.ru/press-releases/alleya-v-solnechnom-otmechena-prestizhnoy-rossiyskoj-premiey/> (дата обращения: 30.10.2023).

Аткина Л. И., Агафонова Г. В., Абрамова Л. П. Современное состояние зеленых насаждений и почвенного покрова парка «Летний» в г. Екатеринбурге // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2018. С. 106–113.

- Аткина Л. И., Жукова М. В., Морозов А. М. Особенности насаждений городских парков города Екатеринбурга // *Успехи современного естествознания*. 2019. С. 7–12.
- Методика инвентаризации городских зеленых насаждений / АКХ им. К. Д. Памфилова. URL: https://os39.ru/file/oksana/metodika_inventarizatsii_gorodskikh_zelenykh_nasazhdenii.pdf (дата обращения: 25.10.23).
- Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2047. URL: <https://base.garant.ru/75037636/> (дата обращения: 25.10.2023).
- Соколовский А. Н., Третьякова Т. А. Озеленение и благоустройство жилого района Солнечный г. Екатеринбурга // *Материалы шестой Всероссийской конференции по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2016 год*. 2017. С. 73–77.
- Сродных Т. Б., Медведева Е. Ю. Особенности формирования ассортимента растений для озеленения города Екатеринбурга // *Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2021*. С. 258–261.
- Трофимова О. А., Сродных Т. Б. Анализ состояния районных парков в городах Урала // *Ландшафтная архитектура и природообустройство : от проекта до экономики-2023*. 2023. С. 80–87.
- Lorberg. Pflanzen aus dem Jahr 1843, Lorberg, Waren für die Gärtnerei GmbH & Co.KG 85. Auflage, 2019. 897 s.
- The Plant List. A working list of all plant species. URL: <http://www.theplantlist.org> (дата обращения: 25.10.2023).

References

- Atkina L. I., Agafonova G. V., Abramova L. P. The current state of green spaces and soil cover of the Letny Park in Yekaterinburg // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*. 2018. P. 106–113. (In Russ.)
- Atkina L. I., Zhukova M. V., Morozov A. M. Features of plantings of urban parks of the city of Yekaterinburg // *Successes of modern natural science*. 2019. P. 7–12. (In Russ.)
- Methods of inventory of urban green spaces / AKH named after K. D. Pamfilov. URL: https://os39.ru/file/oksana/metodika_inventarizatsii_gorodskikh_zelenykh_nasazhdenii.pdf (accessed 25.10.2023).
- Rules of sanitary safety in forests: approved by the Government of the Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation «On approval of the Rules of sanitary safety in forests» dated 09.12.2020 № 2047. URL: <https://base.garant.ru/75037636/> (accessed 25.10.2023).
- Alley in Solnechny is awarded the prestigious Russian prize // *Russian Guild of Managers and Developers*. URL: <https://rgud.ru/press-releases/alleya-v-solnechnomotmechena-prestizhnoy-rossiyskoy-premiey/> (accessed 30.10.2023).
- Sokolovsky A. N., Tretyakov N. A. Landscaping and improvement of the residential area “Solnechny” in Yekaterinburg // *Proceedings of the sixth All-Russian conference on the results of research and production work of students for 2016*. 2017. P. 73–77. (In Russ.)
- Srodnykh T. B., Medvedeva E. Y. Features of the formation of an assortment of plants for landscaping the city of Yekaterinburg // *Effective response to modern challenges taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex : materials of the XIII International Scientific and Technical Conference*. Yekaterinburg, 2021. P. 258–261. (In Russ.)

Trofimova O. A., Srodnykh T. B. Analysis of the state of regional parks in the cities of the Urals // Landscape architecture and Nature management: from project to Economy-2023. 2023. P. 80–87. (In Russ.)
Lorberg Plants since 1843, Lorberg Baumschule erzeugnisse Gmbh & Co.KG 85th edition, 2019. 897 p.
Plant List A working list of all plant species. URL: <http://www.theplantlist.org> (accessed 10.25.2023).

Информация об авторах

А. Д. Тутынин – магистр;

Г. В. Агафонова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors

A. D. Tutynin – Master's degree;

G. V. Agafonova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 15.12.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 15.12.2023; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 129–135.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 129–135.

Научная статья

УДК 630.272:57(470.54)

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.014

РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В МОСКОВСКОМ ЛЕСНОМ ПАРКЕ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Анастасия Николаевна Марковская¹, Елена Владимировна Кольцова²

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

¹ markovskayan@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5966-7825>

² gluhih.1984@mail.ru

Аннотация. Описаны редкие виды растений, занесенные в Красные книги Среднего Урала и Свердловской области, произрастающие в Московском лесном парке. Отмечается, что, несмотря на относительно небольшую площадь указанного лесного парка, здесь удалось сохранить значительное количество редких видов растений, в частности орхидей. Данные виды нуждаются в несомненной охране и сохранении условий для их произрастания в будущем. Особо отмечается, что краснокнижные виды произрастают в непосредственной близости от крупного мегаполиса, а следовательно, существует реальная возможность не просто сохранения, но и увеличения количества указанных видов за счет их микроклонального размножения и введения в лесные экосистемы. Фрагменты для микроклонального размножения можно получать от растений, которые в настоящее время произрастают в дендрариях, лабораториях и на садовых участках.

Расселение редких видов растений позволит увеличить поток рекреантов при условии организации познавательного туризма. В то же время необходимо организовать контроль за рекреантами с целью недопущения выкопки или сбора произрастающих экземпляров, а также ухудшения лесорастительных условий в местах их произрастания.

Полагаем, что следует выполнить детальный анализ видового разнообразия живого напочвенного покрова и подлеска в лесных парках г. Екатеринбурга с составлением реестра произрастающих в них видов растений.

Ключевые слова: город Екатеринбург, лесные парки, видовое разнообразие, краснокнижные виды, микроклональное размножение

Для цитирования: Марковская А. Н., Кольцова Е. В. Редкие виды растений в Московском лесном парке г. Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 129–135.

Original article

RARE PLANT SPECIES IN MOSCOW FOREST PARK OF YEKATERINBURG

Anastasia N. Markovskaya¹, Elena V. Koltsova²

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

¹ markovskayan@m.usfeu.ru, <http://orcid:0000-0002-5966-7825>

² gluhih.1984@mail.ru

Abstract. Rare plant species are described, which are listed in the Red Books of the Middle Urals and Sverdlovsk region growing in the Moscow Forest Park. It is noted that despite the relatively small area of the specified park, it was possible to preserve a significant number of rare plant species, in particular orchids. These species need undoubted protection for their growth in the future. It is especially noted that the Red Book species grow in close proximity large metropolis and there fore there is a real opportunity not only to preserve, but also to increase the number of these species due to microclonal propagation and introduction into forest ecosystems. Fragments for microclonal propagation can be obtained from plants that currently grow in arboretums, laboratories and garden plots.

The settlement of rare plant species will increase the flow of recreants, provided that educational tourism is organized. At the same time it is necessary to organize control over the tates of recreant order to prevent the blow or collecting copies as well as deterioration of forest growth comdition in places of their growth.

We believe that it is necessary to carry out a detailed analysis of the species diversity of living field layer and undergrowth in to forest parks of Yekaterinburg paying attention to a register of plant species growing in them.

Keywords: city of Yekaterinburg, forest parks, species diversity, Red Boot species, microclonal reproduction

For citation: Markovskaya A. N., Koltsova E. V. Rare plant species in Moscow forest park of Yekaterinburg // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 129–135.

Введение

Продолжающаяся урбанизация вызывает необходимость усиления внимания к сохранению редких и исчезающих видов растений. Особенно остро данный вопрос стоит в лесных парках, прилегающих к крупным мегаполисам, где, помимо промышленных поллютантов (Влияние..., 2006; Залесов и др., 2008; 2017; Залесов, Колтунов, 2009; Колтунов и др., 2011), существенное негативное воздействие на компоненты лесных насаждений оказывает рекреация (Данчева и др., 2014; Бунькова, Залесов, 2016). Рекреанты не только уплотняют почву, сбивают лесную подстилку, повреждают подрост, подлесок и живой напочвенный покров, но и нередко собирают красиво цветущие расте-

ния, препятствуя тем самым их семенному возобновлению. В результате на место лесных видов приходят более толерантные сорные виды. Изменения лесорастительных условий, вызываемые систематическими рекреационными нагрузками, могут привести к исчезновению редких видов, занесенных в Красные книги разных уровней и появлению видов, занесенных в Черные книги (Клен ясенелистный..., 2022). Поэтому очень важно установить места произрастания и сохранять редкие растения для будущих поколений.

Цель исследований – определение наличия краснокнижных видов на территории Московского лесного парка и разработка предложений по их сохранению.

Объекты и методика исследований

Объектом исследований служили насаждения Московского лесного парка. Указанный парк расположен вдоль Московского тракта на выходе его из г. Екатеринбурга. В соответствии с действующими нормативными документами (Об утверждении..., 2014) территория лесного парка относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

Площадь парка – 336 га при максимальной протяженности 5 км. Горный рельеф территории обусловил мозаичность почв и растительности лесного парка. При доминировании сосняков здесь имеют место насаждения и других пород-лесообразователей.

На территории Московского лесного парка протекают реки Большая Каменушка и Малая Каменушка, впадающие в реку Светлая, пополняющую воды Верх-Исетского пруда. Кроме того, в парке имеют место родники, в частности Павловский родник и родник Памяти.

В процессе проведения исследований был использован маршрутный метод с установлением встречаемости краснокнижных видов растений на территории лесного парка.

Результаты и обсуждение

Среди зафиксированных растений на территории Московского лесопарка можно выделить венерин башмачок крапчатый (*Cypripedium guttatum* Sw.) – редкий вид, который внесен в Красные книги Республик Башкортостан и Коми, Тюменской, Курганской, Челябинской областей и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (рис. 1).

Данный вид относится к семейству Ятрышниковых (*Orchidaceae* Juss.), или Орхидных (*Orchidaceae*) и в парке приурочен к хорошо освещенным возвышенным участкам сосновых насаждений.

На участках с влажными почвами, чаще всего под пологом березовых древостоев, произрастает другой представитель семейства орхидных – любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.) (рис. 2).



Рис. 1. Венерин башмачок крапчатый в Московском лесном парке
Fig. 1. Speckled Venus slipper in the Moscow Forest Park



Рис. 2. Любка двулистная в Московском лесном парке.
Фото Елены Кольцовой
Fig. 2. Lyubka dvulistnaya in the Moscow Forest Park.
Photo by Elena Koltsova



Рис. 3. Внешний вид неоттианты клобучковой.

Фото Елены Кольцовой

Fig. 3. The appearance of Klobuchkova's Neottianta.

Photo by Elena Koltsova



Рис. 4. Внешний вид гудайеры ползучей.

Фото Елены Кольцовой

Fig. 4. The appearance of the creeping Goodyear.

Photo by Elena Koltsova

Любку двулистную нередко называют ночной фиалкой. Последнее объясняется наличием меняющегося в вечернее время ванильного аромата.

На территории Московского лесного парка также встречается дикая орхидея, занесенная в Красную книгу России, – неоттианта клобучковая (*Neottianthe cucullata* (L.) Dchlechter) (рис. 3).

Неоттианта клобучковая встречается в лесном парке на полянах, опушках, по окраинам заболоченных участков в сосновых и березовых лесах. Вид имеет несколько названий: в частности гнездоцветка клобучковая, или кокушник клобучковый.

Поскольку вид является эндемичным, т. е. присутствующим определенной территории, он представляет большую ценность при изучении биологического разнообразия.

Повсеместно на территории Московского лесного парка встречается вид семейства Орхидных, получивший название в честь английского ботаника XVII в. Дж. Гудайера. Указанное растение называется гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) Br.) (рис. 4).

Гудайера ползучая – один из немногих в России видов зимнезеленых орхидей. Ее листья зимуют и отмирают лишь следующей весной, а иногда и через год.

Широкое прерывистое распространение и малая изменчивость вида свидетельствуют о его значительной древности. В ледниковый период вид сохранился в реликтовых сосновых лесах, а на юге – в горных ельниках. По мере отступления ледника гудайера ползучая переместилась в смешанные и березовые леса, расширяя свой ареал. Однако развитие широколиственных лесов привело к ее исчезновению с ряда территорий Европы.

На солнечных склонах нередко встречается дремлик широколистный, или д. зимовниковый (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz.) [*E. Latifolia* (L.) All.] (рис. 5).

Дремлик широколистный – широко распространенный вид данного рода. Растет в светлых лиственных и смешанных лесах на участках со средней освещенностью. Ареал вида – от таежной до субтропической зоны в европейской части

России. Размножается дремлик широколистный преимущественно семенами, но может и вегетативно. Окраска цветков очень изменчивая: от желто-зеленой до темно-вишневой.

Еще одним видом семейства орхидей, встречающимся в Московском лесном парке, является гнездовка обыкновенная (*Neottia nidus avis* (L.) Rich.) (рис. 6).

Гнездовка обыкновенная получила свое название из-за формы. Название рода *Neottia* происходит от греческого слова *neottis*, что в переводе означает гнездо.

Встречается гнездовка обыкновенная под пологом сосновых и лиственных лесов.

Таким образом, на относительно небольшой площади Московского лесного парка встречается шесть видов семейства орхидных, или ятрышниковых (*Orchidaceae* Juss.). Указанные виды данного семейства представляют растения из 6 родов: *Cypripedium* L.; *Plantanthera* Rich.; *Neottianthe* (Reichenb.) Schlechter.; *Goodyera* R. Br.; *Epipactis* Zinn и *Neottia* Guett.

Все указанные ранее представители семейства являются изысканными цветочными растениями, редко встречающимися в лесах и парках. Все они исключительно декоративны и привлекают внимание своими нежными лепестками и утонченным ароматом. По указанным причинам виды представляют высокую эстетическую ценность.

Все виды семейства привлекают к себе насекомых, создавая вокруг себя мини-экосистему. Многие виды мух избирают орхидеи своим домом. Мухи выполняют функцию опылителей, что позволяет растению формировать полноценные семена и размножаться семенным путем.

Особенностью всех видов семейства Ятрышниковые, или Орхидные, является их симбиоз с грибами. Именно грибы обеспечивают растения данного семейства элементами минерального питания и водой. Грибы находятся непосредственно в корнях растений и питаются продуктами их жизнедеятельности. Тесный симбиоз представителей семейства с грибами позволяет им произрастать в условиях, где другие виды растений трудно выживают. Однако взаимосвязь растений указанного



Рис. 5. Внешний вид дремлика широколистного.
Фото Елены Кольцовой
Fig. 5. Appearance of the broadleaf dormouse.
Photo by Elena Koltsova



Рис. 6. Гнездовка обыкновенная в Московском лесном парке. Фото Елены Кольцовой
Fig. 6. Common nesting in the Moscow Forest Park.
Photo by Elena Koltsova

семейства с грибами необходимо учитывать при их вегетативном размножении.

Дикие орхидеи находятся под охраной практически во всех странах мира и положили основание для создания огромной коллекции декоративных видов, сортов и форм.

Выводы

1. Московский лесной парк является уникальным по наличию краснокнижных видов растений семейства Ятрышниковые, или Орхидные.

2. Обследование парка позволило обнаружить на относительно небольшой площади шесть видов вышеуказанного семейства, представляющих шесть родов.

3. Все обнаруженные виды находятся в хорошем состоянии и цветут.

4. Уникальность Московского лесного парка вызывает необходимость организации более строгой охраны его территории во избежание утраты указанных видов и проведения детальных исследований флоры парка.

Список источников

- Бунькова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 124 с.
- Влияние продуктов сжигания попутного газа при добыче нефти на репродуктивное состояние сосновых древостоев в северотаежной подзоне / Д. Р. Аникеев, И. А. Юсупов, Н. А. Луганский [и др.] // Экология. 2006. № 2. С. 122–126.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Муканов Б. М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 195 с.
- Залесов С. В., Бачурина А. В., Бачурина С. В. Состояние лесных насаждений поллютантов ЗАО «Карабашмедь» и реакция их компонентов на проведение рубок обновления. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 277 с.
- Залесов С. В., Колтунов Е. В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрный вестник Урала. 2009. № 1 (55). С. 73–75.
- Залесов С. В., Колтунов Е. В., Лаишевцев Р. Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 56–58.
- Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) в озеленении г. Екатеринбурга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, В. С. Котова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 12 (126). С. 1–7. DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.19
- Колтунов Е. В., Залесов С. В., Демчук А. Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки // Аграрный вестник Урала. 2011. № 8 (87). С. 43–46.
- Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н. С. Корытин. Екатеринбург : Мир, 2018. 450 с.
- Крекунов Е. В., Залесов С. В., Лаишевцев Р. Н. Корневая и стволовая гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в городских лесопарках г. Екатеринбурга // Леса Урала и хозяйство в них. 2007. № 29. С. 247–262.
- Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации : утв. приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367. URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 09.01.2024).

References

- Ash-leaved maple (*Aser negundo* L.) in the landscaping of Yekaterinburg / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, V. S. Kotova [et al.] // International Scientific Research Journal. 2022. № 12 (126). P. 1–7. DOI: 10.23670/IRJ.2022 126.19 (In Russ.)
- Bunkova N. P., Zalesov S. V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering. Univ., 2016. 124 p.
- Dancheva A. V., Zalesov S. V., Mukanov B. M. The influence of recreational loads on the condition and stability of the pine plantations of the Kazakh melkosopchnik. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Univ., 2014. 195 p.
- Koltunov E. V., Zalesov S. V., Demchuk A. Yu. Root and stem rot and the state of stands of the Shartash forest Park of Yekaterinburg in conditions of various recreational loads // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 8(87). P. 43–46. (In Russ.)
- Krektunov E. V., Zalesov S. V., Laishevtsev R. N. Root and trunk rot of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in urban forest parks of Yekaterinburg // The forests of the Urals and the economy in them. 2007. № 29. P. 247–262. (In Russ.)
- On approval of the List of forest-growing zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation : Approved by the Decree of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 08/18/2014 № 367. URL: <https://docs.cntd.ru> (accessed 09.01.2024).
- The influence of associated gas combustion products during oil production on the reproductive state of pine stands in the North Taiga sub-zone / D. R. Anikeev, I. A. Yusupov, N. A. Lugansky [et al.] // Ecology. 2006. № 2. P. 122–126. (In Russ.)
- The Red Book of the Sverdlovsk region: animals, plants, fungi / ed. N. S. Korytin. Yekaterinburg : Mir LLC, 2018. 450 p.
- Zalesov S. V., Bachurina A. V., Bachurina S. V. The state of forest plantations of pollutants of Karabashmed CJSC and the reaction of their components to the logging of renewal. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Univ., 2017. 277 p.
- Zalesov S. V., Koltunov E. V. Root and stem rot of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and hanging birch (*Betula pendula* Roth.) in the Nizhne-Isetsy forest Park of Yekaterinburg // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. № 1 (55). P. 73–75. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Koltunov E. V., Laishevtsev R. N. The main factors of pine root and stem rot infestation in urban parks // Protection and quarantine of plants. 2008. № 2. P. 56–58. (In Russ.)

Информация об авторах

*А. Н. Марковская – аспирант;
Е. В. Кольцова – студент.*

Information about the authors

*A. N. Markovskaya – graduate student;
E. V. Koltsova – student.*

*Статья поступила в редакцию 09.01.2024; принята к публикации 01.02.2024.
The article was submitted 09.01.2024; accepted for publication 01.02.2024.*

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 136–144.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 136–144.

Научная статья

УДК 630.164.3:630.176.232.3

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.015

КОРНЕОТПРЫСКОВАЯ СПОСОБНОСТЬ ТОПОЛЯ СВЕРДЛОВСКОГО СЕРЕБРИСТОГО ПИРАМИДАЛЬНОГО СЕЛЕКЦИИ Н. А. КОНОВАЛОВА

Татьяна Николаевна Агафонова¹, Павел Валерьевич Щеплягин²,
Вероника Сергеевна Котова³, Сергей Вениаминович Залесов⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ agafonovatn@m.usfeu.ru

² pavel.Flear@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9590-31214>

³ Veronikakotova880@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7342-5577>

⁴ zalesovsv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Аннотация. Проанализирована корнеотпрысковая способность тополя свердловского серебристого пирамидального селекции профессора Н. А. Коновалова. Отмечается, что указанный гибрид характеризуется высокой морозостойкостью, декоративностью, устойчивостью к воздействию аэропромвыбросов, а следовательно, может стать альтернативой широко распространенного тополя бальзамического.

Внедрение тополя свердловского серебристого пирамидального сдерживается недостатком посадочного материала, поскольку черенки не всегда хорошо укореняются.

Исследованиями установлено, что указанный гибрид после спиливания дерева или повреждения корней дает обильные корневые отпрыски. Указанные корневые отпрыски в возрасте двух лет имеют среднюю высоту $1,39 \pm 0,11$ м, что позволяет использовать их при озеленении улиц, создании объектов озеленения и расширении биологического разнообразия в лесных парках. Количество порослевин по мере удаления от пня или ствола дерева имеет тенденцию к увеличению, а затем уменьшается. Для пересадки желательно разделить побеги перерезанием материнского корня и приступить к выкопке через 1–1,5 мес. после образования у порослевин собственных корней.

Ключевые слова: город Екатеринбург, озеленение, тополь свердловский серебристый пирамидальный, корневые отпрыски, посадочный материал

Финансирование: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетных тем «FEUZ-2024-0024» и «FEUG-2024-0002».

Для цитирования: корнеотпрысковая способность тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова / Т. Н. Агафонова, П. В. Щеплягин, В. С. Котова, С. В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 136–144.

Original article

ROOTS SPROUTING ABILITY OF POPLAS SVERDLOVSK SILVERY PYRAMIDAL IN SELECTION OF N. A. KONOVALOV

Tatyana N. Agafonova¹, Pavel V. Shcheplyagin², Veronika S. Kotova³, Sergey V. Zalesov⁴

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ agafonovtn@m.usfeu.ru

² pavel.Flear@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9590-31214>

³ Veronikakotova880@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7342-5577>

⁴ zalesovsv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Abstract. The article touches upon the roots of reproductive ability of the Sverdlovsk poplar silvery pyramidal by selection of professor N. A. Konovalov. It is noted that this hybrid is characterized by high frost resistance, decorative resistance to the effects of airborne emissions and therefore can become an alternative to the widespread balsam poplar.

The introduction of Sverdlovsk silver pyramidal poplar is hampered by a lack of planting material since do not always take roots well.

Research has established that the indicated hybrid produces abundant root shoots after cutting down a tree or damaging the roots. The indicated root shoots at the age of 2 years have an average height $1,39 \pm 0,11$ m, that makes it possible to use them in street landscaping, creation of landscaping facilities and expansion of biological diversity in forest parts. The number of coppices tends to increase and then to decrease with to distances from the stump or tree trunk. For transplantation it is advisable to separate the shoots by cutting the mother root and start bigging 1–1,5 months after the coppices have formed their own roots.

Keywords: the city of Yekaterinburg, landscaping, Sverdlovsk silver pyramidal poplar, coppice, shoot, sprout, planting material

For citation: roots sprouting ability of poplas sverdlovsk silvery pyramidal in selection of N. A. Konovalov / T. N. Agafonova, P. V. Shcheplyagin, V. S. Kotova, S. V. Zalesov // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 136–144.

Введение

Обеспечение среды, комфортной и безопасной для проживания населения в крупных промышленных городах, может быть гарантировано созданием эффективной системы озеленения (Ландшафтные рубки, 2007; Качество жизни..., 2013; Залесов и др., 2016; Жилищно-коммунальное хозяйство..., 2017).

Проблемы озеленения северных городов неразрывно связаны с ограниченным ассортиментом местных видов, адаптированных к конкретным лесорастительным и климатическим условиям. В определенной степени данная проблема решается введением интродуцентов (Залесов и др., 2011; Крекова и др., 2015; Арборетум..., 2017; Перспек-

тивность..., 2020; Крекова, Залесов, 2020; Клен..., 2022) новых форм известных видов (Оплетав и др., 2016; Перспективные формы..., 2021; Использование..., 2021), а также выведением гибридов и сортов перспективных древесных растений (Мамаев, 2005, Перспективность..., 2019; Соловьева и др., 2019).

Примером успешного выведения перспективных гибридов может служить тополь свердловский серебристый пирамидальный селекции Н.А. Конавалова (Аткина и др., 2009). Данный гибрид не дает пуха, имеет красивую пирамидальную форму и большую листовую массу. Последнее позволит указанному гибриду эффективно выполнять пылеулавливающие и звукогасящие функции.

Тополь свердловский отличается высокой морозостойкостью, декоративностью, устойчивостью к воздействию промышленных поллютантов, что позволяет рекомендовать вышеуказанный гибрид к широкому распространению при озеленении в качестве альтернативы широко распространенному тополю бальзамическому (*Populus balsamifera* L.) (Альтернатива..., 2020).

В то же время широкому распространению тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова препятствует недостаток посадочного материала. Поскольку гибрид имеет только мужские особи, его разведение семенным способом невозможно, а черенки указанного тополя довольно плохо укореняются. Указанное обстоятельство вызвало необходимость поиска других способов ускоренного получения посадочного материала.

Цель, методика и объекты исследований

Цель работы – изучить возможность получения корнеотпрысковых побегов тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова для последующего использования при озеленении.

Объектом исследований служили деревья тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова, произрастающие на территории студенческого городка Уральского государственного лесотехнического университета. При этом были использованы как растущие деревья, у которых в процессе выполнения дорожных и строительных работ были повреждены корневые системы, так и свежие пни спиленных деревьев.

Количество порослевин вокруг каждого дерева или пня определялось на лентах (полосах), расположенных по периметру. Учитывая размер деревьев, их диаметр на уровне поверхности почвы принимали равным 50 см. Следовательно, на расстоянии 25 см от центра пня (дерева) закладывались учетные площадки размером 1 × 1 м в четырех направлениях (на север, восток, юг и запад). Учет порослевин на учетных площадках производился в соответствии с апробированными методическими

рекомендациями (Основы..., 2020; Данчева и др., 2023). Дополнительно у всех учтенных порослевин замерялась высота. Данные о количестве порослевин на заложенных учетных площадках обрабатывались с установлением среднего значения на 1,0 м². Затем определялась площадь первой ленты, расположенной на расстоянии от 25 до 1,25 м от центра пня или дерева. Расчет производился по общеизвестной формуле

$$S = \pi r^2,$$

где S – площадь круга, м²;

r – радиус круга, м;

$\pi = 3,14$.

Согласно указанной формуле, площадь основания пня или дерева составляет 0,20 м². Площадь круга диаметром 125 см при этом – 4,9 м². Следовательно, площадь первой ленты составляет 4,7 м².

Вторая лента закладывается вслед за первой, и при диаметре 2,25 м и ширине 1 м ее площадь составляет 11,0 м². На указанной ленте учетные площадки закладывались аналогичной по площади величины по той же схеме.

Поскольку исследования выполнялись в рядовых посадках тополя свердловского, расположенных между зданием спортивного комплекса и дорогой, площадь формирования корневых отпрысков была ограничена и вписывалась в радиус 2,25 м вокруг изучаемых деревьев или пней.

Собранные материалы обработаны методом вариационной статистики по программе Statistica.

В ходе исследований было проанализировано количество поросли у шести деревьев и шести пней тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова.

Результаты и обсуждение

Материалы исследований показали, что в полосе 0,25–1,25 м от центра деревьев тополя через два года после повреждения корней насчитывается в среднем $2,75 \pm 0,09$ шт./м² корневых отпрысков. При этом корневые отпрыски представлены всеми тремя группами высот. Так, экземпляров высотой до 0,5 м насчитывается $0,96 \pm 0,07$ шт./м², высотой от 0,5 до 1,5 м – $1,04 \pm 0,05$ шт./м² и высотой более 1,5 м – $0,75 \pm 0,06$ шт./га.

Таким образом, в первой от ствола дерева полосе площадью $4,7 \text{ м}^2$ через два года после повреждения части корней насчитывается в среднем 4,5 шт. мелких, 4,9 шт. средних и 3,5 шт. крупных корневых отпрысков тополя, или суммарно 12,9 шт.

Средняя высота корневых отпрысков в полосе, расположенной непосредственно вокруг деревьев, составляет $0,94 \pm 0,03 \text{ м}$.

По мере удаления от дерева количество корневых отпрысков возрастает. Так, в полосе на расстоянии от 1,25 до 2,25 м площадью 10 м^2 количество корневых отпрысков составляет $6,14 \pm 0,12 \text{ шт./м}^2$. При этом мелких корневых отпрысков насчитывается $0,71 \pm 0,05 \text{ шт./м}^2$, средних – $4,14 \pm 0,09 \text{ шт./м}^2$ и крупных – $1,29 \pm 0,08 \text{ шт./м}^2$. Средняя высота корневых отпрысков составляет $1,07 \pm 0,04 \text{ м}$.

Количество корневых отпрысков на всей площади вышеуказанной полосы – 67,5 шт. При этом

вокруг каждого дерева в указанной полосе произрастает 7,8 шт. мелких, 45,5 шт. средних и 14,2 шт. крупных корневых отпрыска.

Естественно, что корневые отпрыски потенциально могут появляться и на большем, чем 2,25 м от ствола, расстоянии. Однако в нашем эксперименте расстояние было ограничено, поэтому нами установлено количество корневых отпрысков только в радиусе 2,25 м. Расчеты показали, что в среднем вокруг каждого дерева, корни которого были поранены в процессе выполнения строительных работ, через два года сформировалось 80,4 шт. порослевин. При этом на долю мелких корневых отпрысков приходится 15,3, средних – 62,7 и крупных – 22,0 % от их общего количества. Средняя высота порослевин составила $1,05 \pm 0,08 \text{ м}$.

Внешний вид корневых отпрысков вокруг деревьев тополя при условии повреждения части корней приведен на рис. 1.



Рис. 1. Корневые отпрыски спустя два года после повреждения корней у тополя свердловского селекции Н. А. Коновалова

Fig. 1. Root offspring two years after damage to the bark of a poplar of Sverdlovsk selection by N. A. Kononov

Проектируя заготовку посадочного материала путем поранения корней и вызывания формирования корневых отпрысков, нельзя не учитывать опасность заражения корней спорами грибов. Поэтому, несмотря на значительное количество корневых отпрысков, о чем было сказано ранее, посадочный материал лучше заготавливать вокруг пней спиленных по каким-либо причинам деревьев.

Выполненные нами исследования показали, что вокруг пней деревьев тополя селекции Н. А. Коновалова уже через два года имеется значительное количество корневых отпрысков (рис. 2).

В первой полосе, расположенной на расстоянии от 0,25 до 1,25 м от центра пня, количество корневых отпрысков составляет: мелких $0,21 \pm 0,07$, средних – $1,96 \pm 0,09$ и крупных $2,54 \pm 0,09$ шт./м². В целом в указанной полосе площадью 4,7 м² насчитывается в среднем у каждого пня следующее количество корневых отпрысков: мелких – 1,0, средних – 9,2, крупных – 11,9 шт., или 22,1 кор-

невой отпрыск в целом. При этом средняя высота корневых отпрысков составила $1,37 \pm 0,10$ м, что превышает среднюю высоту корневых отпрысков на аналогичном расстоянии у растущих деревьев на 0,99 уровне значимости.

В следующей полосе на расстоянии от 1,25 до 2,25 м площадью 11,0 м² общее количество корневых отпрысков – $5,0 \pm 0,07$ шт./м². При этом количество мелких корневых отпрысков составило $0,11 \pm 0,05$, средних – $2,11 \pm 0,07$ и крупных – $2,79 \pm 0,08$ шт./м². При этом общее количество корневых отпрысков на территории указанной полосы составило 55 шт., в том числе 1,1 шт. мелких, 23,2 средних и 30,7 шт. крупных.

Другими словами, вокруг пней спиленных деревьев тополя свердловского селекции Н. А. Коновалова в среднем можно заготовить 77 корневых отпрысков. Из них на долю мелких, средних и крупных приходится 2,7; 42,0 и 55,3 %. При этом средняя высота корневых отпрысков составляет $1,40 \pm 0,06$ м.



Рис. 2. Корневые отпрыски вокруг пней деревьев тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова

Fig. 2. Root offspring around the stumps of poplar trees of Sverdlovsk silver pyramidal selection by N. A. Konovalov

Таким образом, количество корневых отпрысков вокруг деревьев тополя свердловского с пораненными корнями и пней указанного дерева через два года после спиливания или поранения будет примерно одинаково. Удаленность корневых отпрысков от ствола или пня зависит прежде всего от местоположения последних. Как правило, деревья произрастают вдоль зданий или дорог, а следовательно, реальное расстояние распространения корневых отпрысков обычно не превышает 2,25 м по радиусу.

Особо следует отметить, что в составе корневых отпрысков, сформировавшихся вокруг пней, значительно выше доля корневых отпрысков высотой более 1,5 м и ниже доля корневых отпрысков других групп высот.

При этом средняя высота корневых отпрысков вокруг пней составляет $1,39 \pm 0,11$ м при средней высоте корневых отпрысков вокруг деревьев $1,05 \pm 0,08$ м.

В целях использования корневых отпрысков в качестве посадочного материала целесообразно за 1,0–1,5 мес. до выкопки растений, т. е. в летний период, разделить их, перерезав корни, на которых сформировались корневые отпрыски, с целью

формирования ими собственной корневой системы и только потом производить выкопку осенью или рано весной.

Выводы

1. Посадочный материал тополя свердловского серебристого пирамидального селекции Н. А. Коновалова можно заготавливать вокруг пней спиленных деревьев и у деревьев с пораненными механически корнями.

2. Реальный радиус заготовки корневых отпрысков составляет 2,25 м от центра пня или растущего дерева.

3. Количество порослевин на территории указанного радиуса вокруг деревьев с пораненными корнями составляет 80,4 шт., вокруг пней – 77,1 шт. При этом на долю мелких, средних и крупных порослевин приходится 17,7; 61,3 и 21,0 % в первом случае и 2,7; 42,0 и 55,3 % во втором случае соответственно.

4. При заготовке посадочного материала для озеленения предпочтение следует отдавать выкопке корневых отпрысков у пней спиленных деревьев во избежание заражения растущих деревьев спорами грибов.

Список источников

- Альтернатива тополи бальзамическому (*Populus balsamifera* L.) в озеленении г. Екатеринбурга / М. В. Воробьева, С. В. Залесов, Я. А. Крекова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 11 (101). Ч. 1. С. 92–99. DOI: 10.23670/IRL.2020.101.11.014
- Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж. О. Суюндиков, А. В. Данчева, С. В. Залесов [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 92 с.
- Аткина Л. И., Корлыханова Т. В., Корлыханов М. С. Тополь серебристый пирамидальный селекции Н. А. Коновалова. Екатеринбург : УГЛТУ, 2009. 100 с.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 146 с.
- Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / Я. П. Силин, Г. В. Астратова, Л. С. Азаренков [и др.]. М. ; Екатеринбург : Науковедение, 2017. 600 с.
- Залесов С. В., Газизов Р. А., Хайретдинов А. Ф. Состояние и перспективы ландшафтных рубок в рекреационных лесах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 45–47.
- Залесов С. В., Платонов Е. П., Гусев А. В. Перспективность древесных интродуцентов для озеленения в условиях Средней подзоны тайги Западной Сибири // Аграрный вестник Урала. 2011. № 4 (83). С. 56–58.

- Использование сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) в озеленении г. Екатеринбурга / М. В. Воробьева, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов, М. В. Коростелева // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7 (109). Ч. 1. С. 132–136. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.022
- Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века / Г. А. Астратова, А. В. Мехренцев, М. И. Зруцева [и др.]. Екатеринбург : Стратегия позитива™, 2013. 532 с.
- Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) в озеленении г. Екатеринбурга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, В. С. Котова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 12 (126). С. 1–7. DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.19
- Крекова Я. А., Данчева А. В., Залесов С. В. Оценка декоративных признаков у видов рода *Picea* Dieter. в Северном Казахстане // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17204> (дата обращения: 25.02.2024).
- Крекова Я. А., Залесов С. В. Интродукция и акклиматизация хвойных в Северном Казахстане. Нур Султан : КазНИИЛХА, 2020. 212 с.
- Ландшафтные рубки / Н. А. Луганский, Л. И. Аткина, Е. С. Гневнов [и др.] // Лесное хозяйство. 2007. № 6. С. 20–22.
- Мамаев С. А. Полвека в ботаническом раю: очерки истории ботанического сада на Урале. Екатеринбург : Ривера, 2005. 352 с.
- Оплетаев А. С., Залесов С. В., Кожевников А. П. Новая декоративная форма ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) // Аграрный вестник Урала. 2016. № 6 (148). С. 40–44.
- Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
- Перспективность использования можжевельника скального в озеленении города Екатеринбурга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. П. Платонов, М. В. Соловьева // Успехи современного естествознания. 2020. № 7. С. 7–12.
- Перспективность сортов ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) для озеленения северных городов / М. В. Соловьева, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2019. № 2 (55). С. 121–129. DOI: 10.34655/bgsha.2019.55.2.017
- Перспективные формы хвойных древесных растений для озеленения г. Екатеринбурга / М. В. Коростелева, Я. А. Крекова, С. В. Залесов, А. С. Оплетаев // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 1 (103). Ч. 2. С. 124–130. DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.1.047
- Соловьева М. В., Крекова Я. А., Залесов С. В. Оценка перспективности сортов березы повислой (*Betula pendula* Roth.) для озеленения городов на примере г. Екатеринбурга // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2019. № 5. Т. 23. С. 16–21. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-16-21

References

- An alternative to balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) in the landscaping of Yekaterinburg / M. V. Vorobyova, S. V. Zalesov, Ya. A. Krekova [et al.] // International Scientific Research Journal. 2020. № 11 (101). Part 1. P. 92–99. DOI: 10.23670/IRJ.2020.101.11.014 (In Russ.)
- Arboretum of the Ak Kayyn forest nursery of the Zhasyl Aimak RSE / Zh. O. Suyundikov, A. V. Dancheva, S. V. Zalesov [et al.]. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Univ., 2017. 92 p.
- Ash-leaved maple (*Acer negundo* L.) in the landscaping of Yekaterinburg / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, V. S. Kotova [et al.] // International Scientific Research Journal. 2022. № 12 (126). P. 1–7. DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.19 (In Russ.)
- Atkina L. I., Korlykhanova T. V., Korlykhanov M. S. Silvery pyramidal poplar of N. A. Konovalov's selection. Yekaterinburg : UGLTU, 2009. 100 p.

- Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S.* Forest ecological monitoring. Yekaterinburg : UGLTU, 2023. 146 p.
- Fundamentals of phytomonitoring / *N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova* [et al.]. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Univ., 2020. 90 p.
- Housing and communal services and quality of life in the XXI century: economic models, new technologies and management practices / *Ya. P. Silin, G. V. Astratova, L. S. Azarenkov* [et al.]. Moscow ; Yekaterinburg : Publishing house of the center "Science Studies", 2017. 600 p.
- Krekova Ya. A., Dancheva A. V., Zalesov S. V.* Assessment of decorative features in species of the genus *Picea* Dieter. in Northern Kazakhstan // Modern problems of science and education. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17204> (accessed 25.02.2024).
- Krekova Ya. A., Zalesov S. V.* Introduction and acclimatization of conifers in Northern Kazakhstan. Nur Sultan : Kazniilkha, 2020. 212 p.
- Landshatfny felling / *N. A. Lugansky, L. I. Atkina, E. S. Gnevnov* [et al.] // Forestry. 2007. № 6. P. 20–22. (In Russ.)
- Mamaev S. A.* Half a Century in the botanical paradise: essays on the history of the botanical garden in the Urals. Yekaterinburg : Rivera, 2005. 352 p.
- Opletaev A. S., Zalesov S. V., Kozhevnikov A. P.* A new decorative form of Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 6 (148). P. 40–44. (In Russ.)
- Promising forms of coniferous woody plants for landscaping in Yekaterinburg / *M. V. Korosteleva, Ya. A. Krekova, S. V. Zalesov, A. S. Opletaev* // International Scientific Research Journal. 2021. № 1 (103). Part 2. P. 124–130. DOI: 1023670/ IRL. 2021.103.1.047 (In Russ.)
- Quality of life: problems and prospects of the XXI century / *G. A. Astratova, A. V. Mehrentsev, M. I. Zrushcheva* [et al.]. Yekaterinburg : Publishing house of the Group of Companies "Strategy positivaTM", 2013. 532 p.
- Solovyova M. V., Krekova Ya. A., Zalesov S. V.* Evaluation of the prospects of varieties of hanging birch (*Betula pendula* Roth.) for landscaping of cities on the example of Yekaterinburg // Forest Bulletin / Forestry bulletin. 2019. № 5. Vol. 23. P. 16–21. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-16-21 (In Russ.)
- The effectiveness of using rock juniper in landscaping the city of Yekaterinburg / *N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. P. Platonov, M. V. Solovyova* // Successes of modern natural Science. 2020. № 7. P. 7–12. (In Russ.)
- The prospects of varieties of prickly spruce (*Picea pungens* Engelm.) for landscaping of northern cities / *M. V. Solovyova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova* [et al.] // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov. 2019. № 2 (55). P. 121–129. DOI: 10.34655/bgsha.2019.55.2.017 (In Russ.)
- The use of Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) in the landscaping of Yekaterinburg / *M. V. Vorobyova, E. V. Zhigulin, S. V. Zalesov, M. V. Korosteleva* // International Research Journal, 2021. № 7 (109). Part 1. P. 132–136. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.022 (In Russ.)
- Zalesov S. V., Gazizov R. A., Khayretdinov A. F.* The state and prospects of landscape logging in recreational forests // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2016. № 2 (58). P. 45–47. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Platonov E. P., Gusev A. V.* The prospects of tree introducers for landscaping in the conditions of the Middle taiga subzone of Western Siberia // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 4 (83). P. 56–58. (In Russ.)

Информация об авторах

Т. Н. Агафонова – магистрант;

П. В. Щеплягин – магистрант;

В. С. Котова – студент;

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

T. N. Agafonova – undergraduate student;

P. V. Shcheplyagin – undergraduate student;

V. S. Kotova – student;

S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 28.02.2024; принята к публикации 07.03.2024.

The article was submitted 28.02.2024; accepted for publication 07.03.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 145–156.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 145–156.

Научная статья

УДК 544.777:622.367.62

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.016

ПРИМЕНЕНИЕ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ ЛАТЕКСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БУМАГОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Геннадий Иванович Мальцев¹, Юрий Леонидович Юрьев²

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

¹ maltsewg@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-0070>

² charekat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1187-7401>

Аннотация. Цель исследования – влияние концентрации и природы синтетических бутадиен-стирольных латексов на физико-механические свойства бумагоподобного материала на основе минеральных волокон. Методология проведения работы заключалась в изготовлении и испытании лабораторных образцов отливок асбестового картона, полученных из композиции состава, мас. ч.: 100 – асбестовое волокно сорта М-4-20; 10–50 – бутадиен-стирольные латексы БС-50, СКС-65ГП, БС-65ГПН для проклейки асбестового волокна сорта М-4-20; 3–10 – сульфат алюминия в качестве коагулянта. Механические и гидрофобные свойства полученного материала характеризуют физико-механические показатели: разрывная длина L , м; сопротивление раздиранию E , мН; сопротивление продавливанию P_o , кПа; впитываемость при одностороннем смачивании G , г/м²; капиллярная впитываемость B , мм; степень проклейки C , с/мм. Результаты работы: механическая прочность отливок убывает в ряду исследованных бутадиен-стирольных латексов БС-65ГПН > СКС-65ГП > БС-50 исходя из максимальных значений разрывной длины L , м: 553 > 330 > 94. Выявлена экстремальная зависимость разрывной длины L от содержания связующего для БС-65ГПН и БС-50, эмульгированных солями слабых кислот (дрезинат и парафинат кальция): максимальные значения L соответствуют невысокой концентрации латексов (10–20 мас. ч.) и коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ (3–6 мас. ч.). Наличие в составе эмульгатора латекса БС-65ГПН неионогенного ПАВ ОП-7 (3 мас. ч.) увеличивает прочность асбокартона. Образцы асбокартона при равномерном осаждении латекса на волокне обладают рыхлой структурой, положительное влияние на прочность будет оказывать длина волокон и число межволоконных связей. Гидрофобные свойства материала в интервале концентраций связующего 5–40 мас. ч. улучшаются: показатели G и B уменьшаются в основном при содержании латекса 5–20 мас. ч. Наибольшие значения степени проклейки $C = 403$ с/мм выявлены для БС-65ГПН, наименьшие $C = 49$ с/мм – для асбокартона с БС-50. Область применения результатов – разработка технологий получения бумагоподобных материалов на основе минеральных волокон.

Выводы: по совокупности основных физико-механических показателей отливок среди бутадиен-стирольных латексов лучшим для производства асбестового картона является БС-65ГПН.

Ключевые слова: латекс, асбестовый картон, разрывная длина, сопротивление раздиранию, сопротивление продавливанию, впитываемость при одностороннем смачивании и капиллярная, степень проклейки

Для цитирования: Мальцев Г. И., Юрьев Ю. Л. Применение бутадиен-стирольных латексов при изготовлении бумагоподобных материалов // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 145–156.

Original article

THE USE OF STYRENE-BUTADIENE LATEXES IN THE MANUFACTURE OF PAPER-LIKE MATERIALS

Gennady I. Maltsev¹, Yury L. Yuryev²

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

¹ maltsewg@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-0070>

² charekat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1187-7401>

Abstract. The aim of the study is to influence the concentration and nature of synthetic styrene-butadiene latexes on the physical and mechanical properties of a paper-like material based on mineral fibers. The methodology of the work consisted in the manufacture and testing of laboratory samples of asbestos cardboard castings obtained from the composition of the composition, mass part: 100 – asbestos fiber grade M-4-20; 10–50 – styrene butadiene latexes BS-50, SCS-65GP, BS-65GPN; for sizing asbestos fiber grade M-4-20; 3–10 – aluminum sulfate as a coagulant. The mechanical and hydrophobic properties of the resulting material characterize the physico-mechanical parameters: breaking length L , m; tear resistance E , mN; penetration resistance P_o , kPa; absorbency with unilateral wetting G , g/m²; capillary absorbency B , mm; degree of sizing C , s/mm. Results of the work: the mechanical strength of castings decreases among the studied styrene-butadiene latexes: BS-65GPN > SCS-65GP > BS-50, based on the maximum values of the breaking length L , m: 553 > 330 > 94. An extreme dependence of the breaking length L on the binder content for BS-65GPN and BS-50 emulsified with salts of weak acids (potassium drezinate and paraffinate) was revealed: the maximum values of L correspond to a low concentration of latexes (10–20 mass part) and coagulant Al₂(SO₄)₃ (3–6 mass part). The presence of nonionic surfactant OP-7 (3 mass part) in the composition of latex emulsifier BS-65GPN increases the strength of the asbestos board. Samples of asbestos cardboard with uniform deposition of latex on the fiber have a loose structure, the length of the fibers and the number of fiber-to-fiber bonds will have a positive effect on strength. The hydrophobic properties of the material in the range of binder concentrations 5–40 mass part are improved: G and B indicators decrease, mainly with a latex content of 5–20 mass part. The highest values of the degree of sizing $C = 403$ s/mm were found for BS-65GPN, the lowest $C = 49$ s/mm – for asbestos cardboard with BS-50. The field of application of the results is the development of technologies for the production of paper-like materials based on mineral fibers.

Conclusions: according to the totality of the main physical and mechanical parameters of castings among styrene-butadiene latexes, BS-65GPN is the best for the production of asbestos cardboard.

Keywords: latex, asbestos cardboard, breaking length, tearing resistance, punching resistance, absorbency during unilateral wetting and capillary, degree of sizing

For citation: Maltsev G. I., Yuryev Yu. L. The use of styrene-butadiene latexes in the manufacture of paper-like materials // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 145–156.

Введение

Технологические процессы производства целлюлозы и бумаги, а также волокнистых бумагоподобных материалов связаны с потреблением больших количеств воды (150–500 м³/т) и относятся к числу наиболее экологически опасных, поскольку сопровождаются образованием сложных по составу загрязненных сточных вод, содержащих трудно окисляемые вещества и токсичные соединения, сброс которых вызывает устойчивое загрязнение природных водоемов (Bagchi et al., 2024; Sharma et al., 2023; Steephen et al., 2024).

Для уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду предприятий целлюлозно-бумажной промышленности необходимо осуществление комплекса природоохранных мероприятий, включающих разработку экологически чистых (малоотходных и безотходных) технологических процессов, применение нового оборудования и видов сырья, обезвреживание и ликвидацию опасных отходов (Romaní et al., 2024; Yang et al., 2023; Axelrod et al., 2023).

Ключевой задачей при создании экологически чистых производств является разработка и внедрение принципиально новых, нетрадиционных технологических процессов и оборудования. Новые технологии позволяют решать проблемы комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов, существенно снижать материалоемкость, энергоемкость и трудоемкость производства за счет широкого использования современных положений физической и коллоидной химии, трактующих процессы взаимодействия ингредиентов волокнистой суспензии – целлюлозных и асбестовых волокон с дисперсиями синтетических латексов и реагентов на основе канифоли, в частности, с использованием теории устойчивости лиофобных коллоидов Дерягина – Ландау – Фервея – Овербека (ДЛФО) (Дерягин и др., 1985).

При разработке экологически безопасных технологий изготавливают новые конструктивные материалы, в частности асбестовый картон различного технического назначения (покровные материалы для защиты теплоизоляции трубопроводов и оборудования; биологически стойкая под-

основа для линолеума и кровельных материалов; облицовочный ламинат и др.), обладающий высокой негорючестью, устойчивостью в воде и агрессивных средах (Elovenko, Kräusel, 2019; Modica et al., 1983; Obmiński, 2020). Разрабатываемые технологии позволят утилизировать ограниченно используемый низкосортный коротковолокнистый хризотил-асбест, по запасам которого Российская Федерация занимает второе место в мире (Akylbekov et al., 2023; Avataneo et al., 2023; Tan et al., 2021). Предусматривается использование в качестве регуляторов агрегативной и сорбционной устойчивости дисперсной фазы проклеивающих агентов (синтетические латексы, реагенты на основе канифоли) смешанных Al-Fe- и Fe-содержащих коагулянтов, полученных из природных видов сырья (нефелины, бокситы, каолины, алузиты) и промышленных отходов (красные шламы производства глинозема, некондиционные железные руды высокожелезистые бокситы, колчеданные огарки), что является альтернативой дорогим сульфату алюминия и гидроксиду алюминия – полупродукту производства металлического алюминия (Castoldi et al., 2023; Bakatovich et al., 2022, Geng et al., 2023; Yi et al., 2024; Zeng et al., 2022; Chen et al., 2020).

Проклейка – процесс придания бумаге и картону заданной впитывающей способности, являющейся результатом сложных коллоидно-химических взаимодействий волокнистых, гидрофобизирующих, наполняющих и коагулирующих материалов (Губарев, 2000). Большое влияние на потребительские свойства фабриката оказывают условия проклейки: агрегативная и адсорбционная устойчивость дисперсий; поверхностное натяжение; вязкость; температура; pH; жесткость производственной воды; степень гидрофобности поверхности частиц и др. (Москвитин, 1974; Энгельгардт и др., 1975; Фляте, 1986).

При изготовлении бумаги и картона из органических волокон механическую прочность листа обуславливают межволоконные связи в бумаге, в первую очередь водородные связи, обеспечивающие три четверти общей прочности межволоконных связей. Наряду с водородными связями известную роль играют и силы Ван-дер-Ваальса,

а также силы трения между волокнами (Дубовый, 2000; Машины..., 1973).

При использовании асбестовых волокон, которые сами по себе не образуют прочных межволоконных связей, для придания прочности готовым изделиям в качестве связующего обычно используют синтетические латексы. Проклейка асбестового волокна латексом – сложный процесс, зависящий от многих факторов, связанных между собой. Главное условие высоких показателей асболатексных бумаг и картонов – равномерность осаждения полимера латекса на волокне и высокие адгезионные качества связующего, способствующие образованию прочной связи в системе волокно – полимер (Еркова, Чечик, 1983).

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель исследования – влияние концентрации и природы синтетических латексов на физико-механические свойства бумагоподобного материала – асбестового картона. В качестве связующих рассмотрена возможность применения бутадиен-стирольных латексов БС-50, СКС-65ГП, БС-65ГПН для проклейки асбестового волокна сорта М-4-20; в качестве коагулянта использовали сульфат алюминия. Навеску 100 г хризотил-асбеста распускали при перемешивании в 0,5 дм³ воды в течение 5 мин, затем добавляли 10–60 г латекса, после чего через 5 мин вводили раствор коагулянта, содержащий 3–10 г сульфата алюминия. После окончания проклейки в течение 10 мин волокнистую суспензию помещали в лабораторный листоотливной аппарат ТАРРІ. Полученную отливку сушили до постоянного веса, затем определяли основные физико-механические показатели образца асбокартона: разрывную длину L , м; сопротивление раздиранию E , мН; сопротивление продавливанию $P_{\text{о}}$, кПа; впитываемость при одностороннем смачивании G , г/м²; капиллярную впитываемость B , мм; степень проклейки C , с/мм.

Результаты исследования

Результаты выполненного исследования представлены на рис. 1–3. Максимальная разрывная длина отливок L , м: 553, 330, 94, убывает в ряду

латексов: БС-65ГПН > СКС-65ГП > БС-50. Звенья стирола распределены в макромолекуле бутадиен-стирольных латексов нерегулярно, что является причиной невысокой способности цепей сополимеров к взаимной ориентации. По мере увеличения содержания стирола в смеси мономеров уровень нерегулярности строения полимерной цепи понижается, поскольку стирольные звенья в цепи могут присоединяться в двух положениях: голова – хвост и голова – голова, а бутадиеновые – в четырех: цис- и транс-1,4 и 1,2 в положении голова – хвост и голова – голова. Поэтому с увеличением стирольных звеньев в составе сополимера у СКС-65ГП и БС-65ГПН по сравнению с таковым у БС-50 повышается способность к взаимной ориентации цепей и возрастает прочность пленок с утратой эластичных свойств.

Выявлена экстремальная зависимость L от содержания связующего для БС-65ГПН и БС-50, эмульгированных солями слабых кислот (дрезинат и парафинат калия): максимальные значения L соответствуют невысокой концентрации латексов (10–20 мас. ч.) и коагулянта $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (3–6 мас. ч.), что связано с равномерным осаждением латексов с невысокой агрегативной устойчивостью на асбесте. При концентрациях связующего и коагулянта свыше соответственно 20 и 6 мас. ч. и усилении гомокоагуляции латекса, комкования волокнистой массы разрывная длина отливок уменьшается.

Наличие в составе эмульгатора латекса БС-65ГПН неионогенного ПАВ ОП-7 (3 мас. ч.), повышающего агрегативную устойчивость связующего к электролитам и понижающего адгезионное взаимодействие с асбестом, увеличивает прочность асбокартона за счет более равномерного осаждения латекса на волокне.

При синтезе латекса СКС-65ГП использованы натриевые соли сильной моно-, ди- и трибутилнафталинсульфокислоты, обеспечивающие высокую агрегативную устойчивость связующего и неравномерное распределение латекса на волокне. В результате отсутствует монотонно изменяющаяся зависимость разрывной длины от содержания латекса и более низкие значения L по сравнению с таковыми латекса БС-65ГПН.

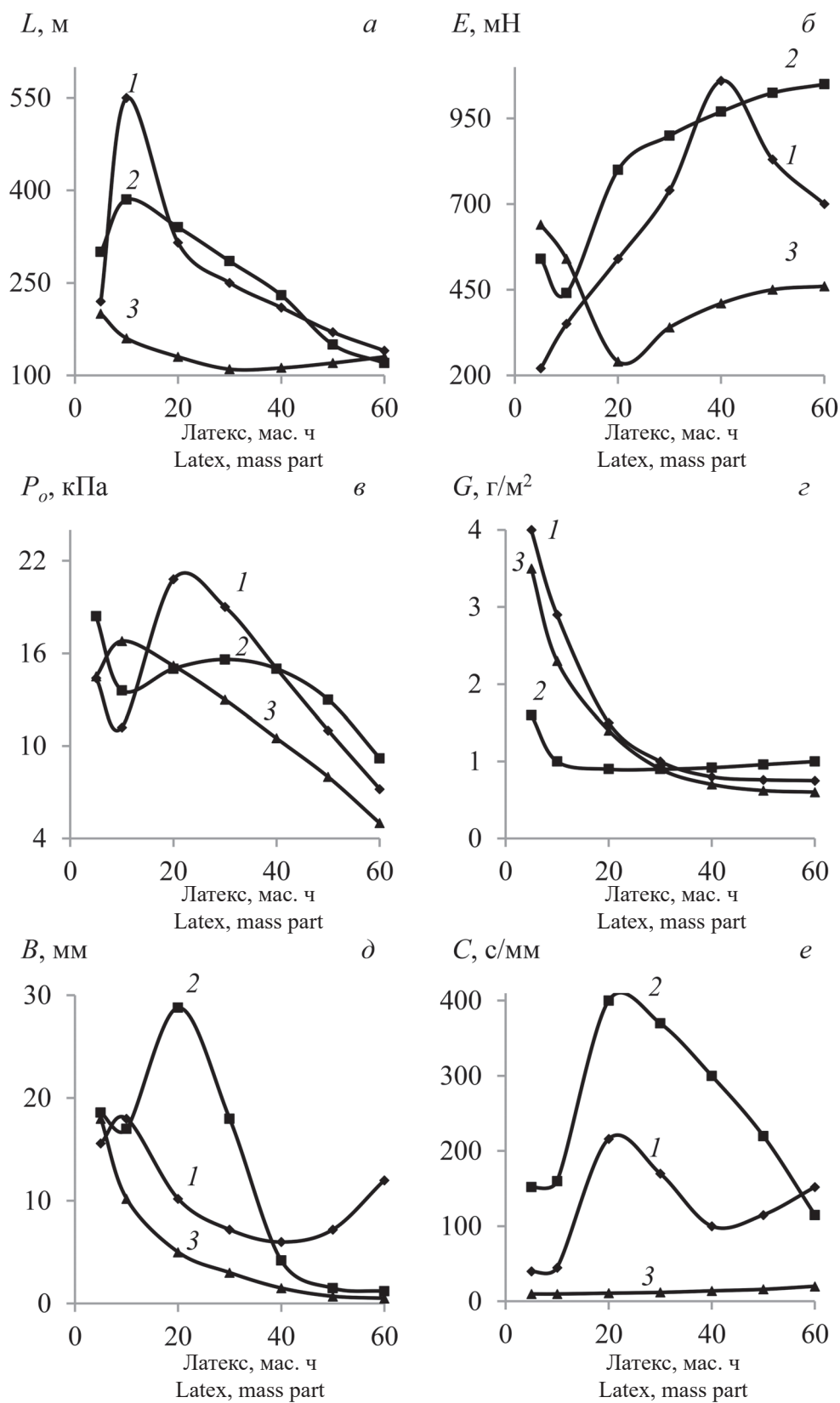


Рис. 1. Зависимость физико-механических показателей картона от содержания латекса БС-65ГПН и сульфата алюминия, мас. ч.: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)

Fig. 1. Dependence of physical and mechanical parameters of cardboard on the content of latex BS-65GPN and aluminum sulfate, mass part: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)

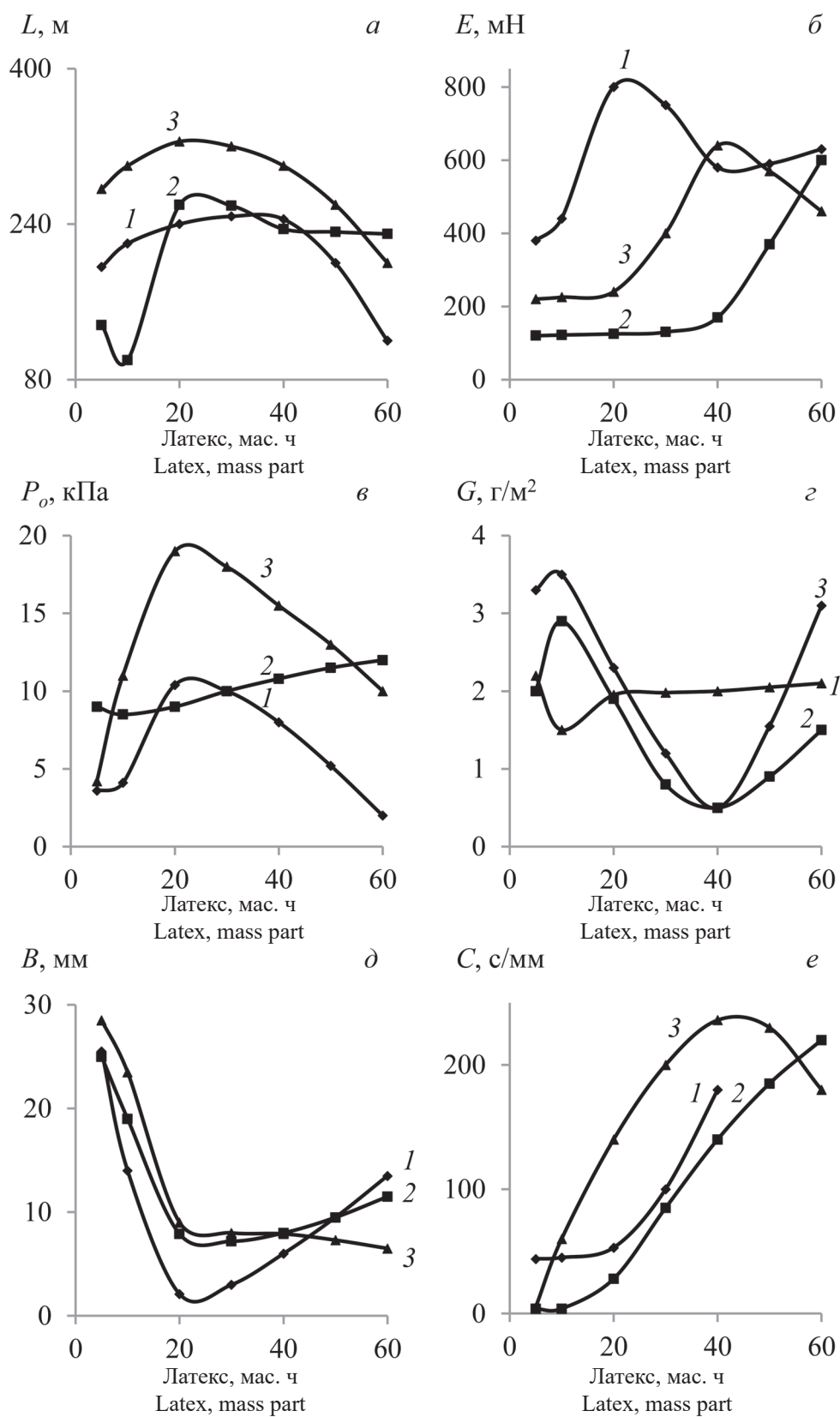


Рис. 2. Зависимость физико-механических показателей картона от содержания латекса СКС-65ГП и сульфата алюминия, мас. ч.: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)
 Fig. 2. Dependence of physical and mechanical parameters of cardboard on the content of latex SKS-65GP and aluminum sulfate, mass part: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)

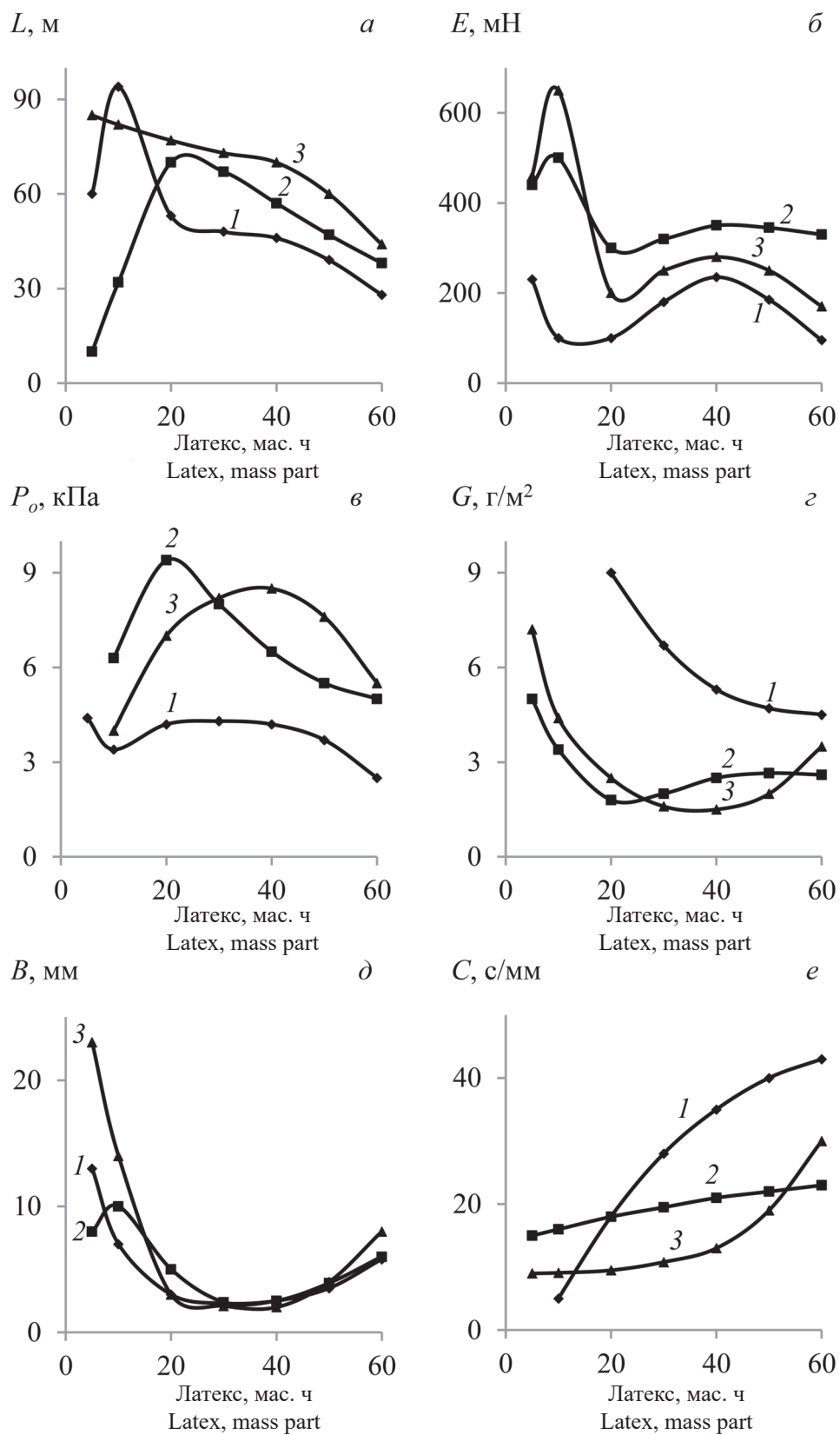


Рис. 3. Зависимость физико-механических показателей картона от содержания латекса БС-50 и сульфата алюминия, мас. ч.: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)
 Fig. 3. Dependence of physical and mechanical parameters of cardboard on the content of latex BS-50 and aluminum sulfate, mass part: 3,0 (1); 6,0 (2); 10,0 (3)

Образцы асбокартона при равномерном осаждении латекса на волокне обладают рыхлой структурой, когда собственная прочность волокна мало влияет на прочность при разрыве, в частности на L . При разрыве листа под действием растягивающего усилия большинство волокон будет не рваться, а вытаскиваться из листа. При этом положительное влияние на прочность будет оказывать длина волокон и число межволоконных связей, которые увеличиваются с уменьшением грубости волокон и возрастанием количества латекса, равномерно осажденного на асбесте (см. кривые 1, 2 рис. 1, а, 3, а). В случае преобладания гомокоагуляции связующего и комкования волокнистой массы L зависит от собственной прочности волокон: этим объясняется отсутствие зависимости L от содержания латекса в асбокартоне (см. кривые 1–3 рис. 2, а; кривые 3 рис. 1, а, 3, а). Итак, при равномерном осаждении небольших количеств латекса (5–20 мас. ч.) на асбесте и образовании однородной структуры отливки с высокой плотностью и небольшим удельным объемом (пухлость) с множеством межволоконных связей, что подобно увеличению длины волокон, сопротивление раздиранию E уменьшается (см. кривая 2 рис. 1, б, кривые 1, 2 рис. 3, б).

При более высоких концентрациях связующего, гомокоагуляции латекса, комковании волокнистой массы, когда структура асбокартона разупорядочивается, пухлость листа возрастает за счет загробления волокна, например: удельный объем отливок с БС-50 (5–60 мас. ч.) и $Al_2(SO_4)_3$ (3, 10 мас. ч.) в зависимости от содержания коагулянта равен 0,9–1,15 и 1,54–1,64 см³/г. Грубые волокна лучше распределяют прилагаемое к образцу усилие, и показатель E возрастает (см. кривые 1, 2 рис. 1, б, кривая 2 рис. 3, б). Максимальные значения E 1064–1084 мН установлены для отливок с БС-65ГПН, а наименьшие $E = 644$ мН – для асбокартона с БС-50; величины E и L для образцов с СКС-65ГП занимают промежуточное положение.

При малом содержании связующего (5–10 мас. ч.), равномерном осаждении латекса на волокне, уменьшении удельного объема волокон сопротивление продавливанию P_o снижается

(см. кривые 1, 2 рис. 1, в, и 3, в). При увеличении количества латекса до 20 мас. ч., возрастании числа межволоконных связей – средней длины волокна – значения P_o растут. При дальнейшем увеличении содержания связующего показатель P_o уменьшается пропорционально изменению L , так как увеличивается грубость волокон, уменьшается их длина при гомокоагуляции латекса и комковании волокнистой массы. Наибольшие значения $P_o = 21$ кПа – у отливок с БС-65ГПН, наименьшие величины $P_o = 9,7$ кПа – у БС-50.

Гидрофобные свойства материала в интервале концентраций связующего 5–40 мас. ч. улучшаются: показатели G и B уменьшаются в основном при содержании латекса 5–20 мас. ч., что связано с первоначальным изменением пухлости отливок и не зависит от характера осаждения латекса на волокне (см. рис. 2, з, д). Отсюда гидрофобные свойства асбокартона определяются количеством латекса в отливке: значения G и B – величины одного порядка для всех исследованных бутадиен-стирольных латексов. При увеличении содержания связующего до 60 мас. ч. усиление гидрофобных свойств асбокартона связано с разупорядочиванием структуры материала при ухудшении проклейки асбеста латексом из-за гомокоагуляции латекса и комкования волокнистой массы.

Показатель степени проклейки C – по сути, обратная величина B , что иллюстрирует зависимость C – содержание СКС-65ГП, когда по мере увеличения концентрации латекса значения C возрастают (см. рис. 2, е). Наибольшие значения $C = 403$ с/мм выявлены для БС-65ГПН, наименьшие $C = 49$ с/мм – для асбокартона с БС-50. Отсюда по совокупности основных физико-механических показателей отливок среди бутадиен-стирольных латексов лучшим для производства асбестового картона является БС-65ГПН.

Выводы

1. Механическая прочность отливок убывает в ряду исследованных бутадиен-стирольных латексов БС-65ГПН > СКС-65ГП > БС-50 исходя из максимальных значений разрывной длины L , м: 553 > 330 > 94. С увеличением содержания стирольных звеньев в составе сополимера у БС-65ГПН

и СКС-65ГП по сравнению с таковым у БС-50 повышается способность к взаимной ориентации цепей и возрастает прочность пленок с утратой эластичных свойств.

2. Выявлена экстремальная зависимость разрывной длины L от содержания связующего для БС-65ГПН и БС-50, эмульгированных солями слабых кислот (дрезинат и парафинат калия): максимальные значения L соответствуют невысокой концентрации латексов (10–20 мас. ч.) и коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ (3–6 мас. ч.), что связано с равномерным осаждением латексов с невысокой агрегативной устойчивостью на асбесте.

3. Наличие в составе эмульгатора латекса БС-65ГПН неионогенного ПАВ ОП-7 (3 мас. ч.), повышающего агрегативную устойчивость связующего к электролитам и понижающего адгезионное взаимодействие с асбестом, увеличивает прочность асбокартона за счет более равномерного осаждения латекса на волокне.

4. Образцы асбокартона при равномерном осаждении латекса на волокне обладают рыхлой структурой, когда собственная прочность волокна мало влияет на прочность при разрыве, в частности на L . При разрыве листа под действием растягивающего усилия большинство волокон будет не рваться, а вытаскиваться из листа. При этом поло-

жительное влияние на прочность будет оказывать длина волокон и число межволоконных связей, которые увеличиваются с уменьшением грубости волокон и возрастанием количества латекса, равномерно осажженного на асбесте.

5. Гидрофобные свойства материала в интервале концентраций связующего 5–40 мас. ч. улучшаются: показатели G и B уменьшаются в основном при содержании латекса 5–20 мас. ч., что связано с первоначальным изменением пухлости отливок и не зависит от характера осаждения латекса на волокне. Отсюда гидрофобные свойства асбокартона определяются количеством латекса в отливке: значения G и B – величины одного порядка для всех исследованных бутадиен-стирольных латексов.

6. Показатель степени проклейки C иллюстрирует зависимость C – содержание СКС-65ГП, когда по мере увеличения концентрации латекса значения C возрастают. Наибольшие значения $C=403$ с/мм выявлены для БС-65ГПН, наименьшие $C=49$ с/мм – для асбокартона с БС-50. Отсюда по совокупности основных физико-механических показателей отливок среди бутадиен-стирольных латексов лучшим для производства асбестового картона является БС-65ГПН.

Список источников

- Губарев А. А. Проклейка бумаги и картона в нейтральной среде с использованием сернокислого алюминия : автореф. дис ... канд. техн. наук : 05.21.03 / Губарев Александр Александрович. Минск, 2000. 23 с.
- Дерягин Б. В., Чураев М. В., Муллер В. М. Поверхностные силы. М. : Наука, 1985. 398 с.
- Дубовый В. К. Бумагоподобные композиционные материалы на основе минеральных волокон : дис... д-ра техн. наук : 05.21.03 / Дубовый Владимир Климентьевич. СПб., 2000. 370 с.
- Еркова Л. Н., Чечик О. С. Латексы. Л. : Химия, 1983. 224 с.
- Машины, процессы и оборудование целлюлозно-бумажных производств : сб. ст. Вып. 29 / отв. ред. А. И. Бродоцкий. Л. : ЛТИ ЦБП, 1973. 185 с.
- Москвитин Н. И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. М. : Лесн. пром-сть, 1974. 192 с.
- Фляте Д. М. Свойства бумаги. М. : Лесн. пром-сть, 1986. 680 с.
- Энгельгардт Г., Гранич К., Румтер К. Проклейка бумаги. М. : Лесн. пром-сть, 1975. 224 с.
- Akylbekov Y., Shevko V., Karatayeva G. Thermodynamic prediction of the possibility of comprehensive processing chrysotile-asbestos waste // Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. 2023. Vol. 8. P. 100488. DOI: 10.1016/j.cscee.2023.100488

- Avataneo C., Petriglieri J. R., Capella S.* Chrysotile asbestos migration in air from contaminated water: An experimental simulation // *Journal of Hazardous Materials*. 2022. Vol. 424. Part C. P. 127528. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.127528
- Axelrod L., Charron P., Tahir I.* The effect of pulp production times on the characteristics and properties of hemp-based paper // *Materials Today Communications*. 2023. Vol. 34. P. 104976. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.104976
- Bagchi S. K., Patnaik R., Rawat I.* Beneficiation of paper-pulp industrial wastewater for improved outdoor biomass cultivation and biodiesel production using *Tetradesmus obliquus* (Turpin) Kützing // *Renewable Energy*. 2024. Vol. 222. P. 119848. DOI: 10.1016/j.renene.2023.119848
- Bakatovich A., Gaspar F., Boltrushevich N.* Thermal insulation material based on reed and straw fibres bonded with sodium silicate and rosin // *Construction and Building Materials*. 2022. Vol. 352. P. 129055. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129055
- Castoldi R. S., Liebscher M., Souza L. M. S.* Effect of polymeric fiber coating on the mechanical performance, water absorption, and interfacial bond with cement-based matrices // *Construction and Building Materials*. 2023. Vol. 404. P. 133222. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.133222
- Chen J., Li X., Cai W.* High-efficiency extraction of aluminum from low-grade kaolin via a novel low-temperature activation method for the preparation of poly-aluminum-ferric-sulfate coagulant // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 257. P. 120399. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120399
- Elovenko D., Kräusel V.* The study of thermal conductivity of asbestos cardboard and fire clay powder to assess the possibility of their application in prefabricated structures of cylindrical housings of pressure vessels // *Materials Today: Proceedings*. 2019. Vol. 19. Part 5. P. 2389–2395. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.08.041.
- Geng Y., Nie Y., Du H.* Coagulation performance and floc characteristics of Fe–Ti–V ternary inorganic coagulant for organic wastewater treatment // *Journal of Water Process Engineering*. 2023. Vol. 56. P. 104344. DOI: 10.1016/j.jwpe.2023.104344
- Modica G., Giuffrè L., Montoneri E.* Electrolytic separators from asbestos cardboard: A flexible technique to obtain reinforced diaphragms or ion-selective membranes // *International Journal of Hydrogen Energy*. 1983. Vol. 8. Iss. 6. P. 419–435. DOI: 10.1016/0360-3199(83)90163-5
- Obmiński A.* Asbestos in building and its destruction // *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 249. P. 118685. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118685
- Romani A., Del-Río P. G., Rubira A.* Co-valorization of discarded wood pinchips and sludge from the pulp and paper industry for production of advanced biofuels // *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 209. P. 117992. DOI: 10.1016/j.indcrop.2023.117992
- Sharma D., Sahu S., Singh G.* An eco-friendly process for xylose production from waste of pulp and paper industry with xylanase catalyst // *Sustainable Chemistry for the Environment*. 2023. Vol. 3. P. 100024. DOI: 10.1016/j.scenv.2023.100024
- Stephen A., Preethi V., Annenewmy B.* Solar photocatalytic hydrogen production from pulp and paper wastewater // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2024. Vol. 52. Part A. P. 1393–1404. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.03.381
- Tan Y., Zou Z., Qu J.* Mechanochemical conversion of chrysotile asbestos tailing into struvite for full elements utilization as citric-acid soluble fertilizer // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 283. P. 124637. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124637
- Yang M., Li J., Wang S.* Status and trends of enzyme cocktails for efficient and ecological production in the pulp and paper industry // *Journal of Cleaner Production*. 2023. Vol. 418. P. 138196. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138196
- Yi J., Chen Z., Xu D.* Preparation of a coagulant of polysilicate aluminum ferric from foundry dust and its coagulation performance in treatment of swine wastewater // *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 434. P. 140400. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140400

Zeng H., Tang H., Sun W. Deep dewatering of bauxite residue via the synergy of surfactant, coagulant, and flocculant: Effect of surfactants on dewatering and settling properties // Separation and Purification Technology. 2022. Vol. 302. P. 122110. DOI: 10.1016/j.seppur.2022.122110

References

- Akylbekov Y., Shevko V., Karatayeva G. Thermodynamic prediction of the possibility of comprehensive processing chrysotile-asbestos waste // Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. 2023. Vol. 8. P. 100488. DOI: 10.1016/j.cscee.2023.100488
- Avataneo C., Petriglieri J. R., Capella S. Chrysotile asbestos migration in air from contaminated water: An experimental simulation // Journal of Hazardous Materials. 2022. Vol. 424. Part C. P. 127528. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.127528
- Axelrod L., Charron P., Tahir I. The effect of pulp production times on the characteristics and properties of hemp-based paper // Materials Today Communications. 2023. Vol. 34. P. 104976. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.104976
- Bagchi S. K., Patnaik R., Rawat I. Beneficiation of paper-pulp industrial wastewater for improved outdoor biomass cultivation and biodiesel production using *Tetrademus obliquus* (Turpin) Kützing // Renewable Energy. 2024. Vol. 222. P. 119848. DOI: 10.1016/j.renene.2023.119848
- Bakatovich A., Gaspar F., Boltrushevich N. Thermal insulation material based on reed and straw fibres bonded with sodium silicate and rosin // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 352. P. 129055. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129055
- Castoldi R. S., Liebscher M., Souza L. M. S. Effect of polymeric fiber coating on the mechanical performance, water absorption, and interfacial bond with cement-based matrices // Construction and Building Materials. 2023. Vol. 404. P. 133222. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.133222
- Chen J., Li X., Cai W. High-efficiency extraction of aluminum from low-grade kaolin via a novel low-temperature activation method for the preparation of poly-aluminum-ferric-sulfate coagulant // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 257. P. 120399. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120399
- Deryagin B. V., Churaev M. V., Muller V. M. Surface forces. M. : Nauka, 1985. 398 p.
- Dubovy V. K. Paper-like composite materials based on mineral fibers: Dis. ... doct. Technical sciences: 05.21.03. St. Petersburg, 2000. 370 p.
- Elovenko D., Kräusel V. The study of thermal conductivity of asbestos cardboard and fire clay powder to assess the possibility of their application in prefabricated structures of cylindrical housings of pressure vessels // Materials Today: Proceedings. 2019. Vol. 19. Part 5. P. 2389–2395. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.08.041
- Engelhardt G., Border K., Ritter K. Paper sizing. M.: Forest industry, 1975. 224 p.
- Geng Y., Nie Y., Du H. Coagulation performance and floc characteristics of Fe–Ti–V ternary inorganic coagulant for organic wastewater treatment // Journal of Water Process Engineering. 2023. Vol. 56. P. 104344. DOI: 10.1016/j.jwpe.2023.104344
- Gubarev A. A. Gluing of paper and cardboard in a neutral environment using aluminum sulfate : Abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences : 05.21.03. Minsk, 2000. 23 p.
- Flate D. M. Properties of paper. M. : Forest industry, 1986. 680 p.
- Machines, processes and equipment of pulp and paper industries: Collection of articles. Issue 29 / Ed. by A. I. Broditsky. Leningrad: LTI CBP, 1973. 185 p.
- Modica G., Giuffre L., Montoneri E. Electrolytic separators from asbestos cardboard: A flexible technique to obtain reinforced diaphragms or ion-selective membranes // International Journal of Hydrogen Energy. 1983. Vol. 8. Iss. 6. P. 419–435. DOI: 10.1016/0360-3199(83)90163-5
- Moskvitin N. I. Physico-chemical bases of gluing and sticking processes. M. : Forest industry, 1974. 192 p.

- Obmiński A.* Asbestos in building and its destruction // *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 249. P. 118685. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118685
- Romani A., Del-Río P. G., Rubira A.* Co-valorization of discarded wood pinchips and sludge from the pulp and paper industry for production of advanced biofuels // *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 209. P. 117992. DOI: 10.1016/j.indcrop.2023.117992
- Sharma D., Sahu S., Singh G.* An eco-friendly process for xylose production from waste of pulp and paper industry with xylanase catalyst // *Sustainable Chemistry for the Environment*. 2023. Vol. 3. P. 100024. DOI: 10.1016/j.scenv.2023.100024
- Steephen A., Preethi V., Annenewmy B.* Solar photocatalytic hydrogen production from pulp and paper wastewater // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2024. Vol. 52. Part A. P. 1393–1404. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.03.381
- Tan Y., Zou Z., Qu J.* Mechanochemical conversion of chrysotile asbestos tailing into struvite for full elements utilization as citric-acid soluble fertilizer // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 283. P. 124637. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124637
- Yang M., Li J., Wang S.* Status and trends of enzyme cocktails for efficient and ecological production in the pulp and paper industry // *Journal of Cleaner Production*. 2023. Vol. 418. P. 138196. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138196
- Yerkova L. N., Chechik O. S.* Latexes. Leningrad : Chemistry, 1983. 224 p.
- Yi J., Chen Z., Xu D.* Preparation of a coagulant of polysilicate aluminum ferric from foundry dust and its coagulation performance in treatment of swine wastewater // *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 434. P. 140400. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140400
- Zeng H., Tang H., Sun W.* Deep dewatering of bauxite residue via the synergy of surfactant, coagulant, and flocculant: Effect of surfactants on dewatering and settling properties // *Separation and Purification Technology*. 2022. Vol. 302. P. 122110. DOI: 10.1016/j.seppur.2022.122110

Информация об авторах

Г. И. Мальцев – доктор технических наук, старший научный сотрудник;

Ю. Л. Юрьев – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors

G. I. Maltsev – Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher;

Yu. L. Yuryev – Doctor of Technical Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 01.02.2024; принята к публикации 29.02.2024.

The article was submitted 01.02.2024; accepted for publication 29.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 157–162.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 157–162.

Научная статья

УДК 674.02

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.017

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РИФЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕБЕЛЬНЫХ ФАСАДОВ

Денис Олегович Чернышев¹, Александр Андреевич Лукаш²,
Алексей Алексеевич Пыкин³, Сергей Николаевич Швачко⁴,
Кирилл Вадимович Разрезов⁵

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

²⁻⁵ Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

Автор, отвечающий за переписку: Денис Олегович Чернышев,
chernyshevdo@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы технологии изготовления фасадов корпусной мебели. Формирование рифленой поверхности осуществляется одновременно с облицовыванием. Целью исследований является разработка физической и структурной деформационных моделей, позволяющих описать процесс термдеформирующей обработки древесных материалов для улучшения их декоративных свойств. Предложен новый способ термдеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования. Разработаны физическая и структурная модели процесса, описывающие динамику процесса изменения толщины при создании и после снятия давления. Проведено экспериментальное исследование и установлены зависимости величины (глубины) рельефа на поверхности мебельных фасадов от параметров режима: давления, температуры и времени прессования. Установлено, что с увеличением давления, температуры и времени прессования глубина рельефа увеличивается. Приведены графические зависимости, иллюстрирующие влияние переменных факторов на целевую функцию. Показано, что максимальное значение глубины рельефа 3,2 мм достигалось при давлении 2 МПа, температуре плит пресса 115 °С и времени прессования 2 мин.

Ключевые слова: мебель, фасады, моделирование, остаточные деформации, рифленая поверхность

Для цитирования: Моделирование процесса формирования рифленых поверхностей мебельных фасадов / Д. О. Чернышев, А. А. Лукаш, А. А. Пыкин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 157–162.

Original article

MODELING OF THE PROCESS OF FORMING CORRUGATED SURFACES OF FURNITURE FACADES

Denis O. Chernyshev¹, Alexander A. Lukash², Alexey A. Pykin³,
Sergey N. Shvachko⁴, Kirill V. Razrezov⁵

¹ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

²⁻⁵ Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

Corresponding author: Denis O. Chernyshev,
chernyshevdo@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the issues of manufacturing technology of facades of cabinet furniture. The formation of a corrugated surface is carried out simultaneously with the cladding. The aim of the research is to develop physical and structural deformation models that allow describing the process of thermodefining wood materials to improve their decorative properties. A new method of thermal deforming treatment is proposed simultaneously with the cladding of facades of cabinet furniture to improve decorative properties using domestic pressing equipment. Physical and structural models of the process have been developed that describe the dynamics of the thickness change process during creation and after pressure relief. An experimental study was carried out and the dependences of the magnitude (depth) of the relief on the surface of furniture facades on the parameters of the regime: pressure, temperature and pressing time were established. It was found that with increasing pressure, temperature and pressing time, the depth of the relief increases. Graphical dependencies illustrating the influence of variable factors on the target function are presented. It is shown that the maximum relief depth of 3,2 mm was achieved at a pressure of 2 MPa, the temperature of the press plates was 115 °C and the pressing time was 2 minutes.

Keywords: furniture, facades, modeling, residual deformations, corrugated surface

For citation: Modeling of the process of forming corrugated surfaces of furniture facades / D. O. Chernyshev, A. A. Lukash, A. A. Pykin [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 157–162.

Введение

Исследование процессов термдеформирующей обработки показало, что древесина и древесные материалы обладают возможностью деформироваться под воздействием давления и температуры, а затем сохранять остаточные деформации после снятия нагружения (Хухрянский, 1964; Уголев и др., 2007; Хуажев, 2000; Шамаев, 2006). Это свойство было использовано для улучшения декоративных свойств (внешнего вида) путем создания декоративного поверхностного рисунка (Лукаш и др., 2010; Кирилина и др., 2016).

Фасады корпусной мебели в настоящее время изготавливают фрезерованием плит МДФ на

станках с ЧПУ и последующим облицовыванием пленкой ПВХ в мембранных прессах (Лукаш, 2017). Использование дорогостоящего импортного оборудования значительно удорожает продукцию. Поэтому разработан новый способ изготовления мебельных фасадов на отечественном прессовом оборудовании, причем формирование рифленной поверхности и облицовывание осуществляются одновременно.

Рифленая структурная поверхность формируется под действием разнотолщинной пресс-формы на легкодеформируемый подслои и высокоэластичную ПВХ-пленку. Замена МДФ на ДСтП, сокращение операций, использование отечественного вместо дорогостоящего импортного

оборудования обеспечат снижение производственных затрат при изготовлении корпусной мебели. Данный способ является новым, поэтому для установления условий формирования рифленого рисунка на мебельных фасадах разработаны физическая и структурная деформационные модели.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Целью исследований является разработка физической и структурной деформационных моделей, проведение экспериментальных исследований, позволяющих описать процесс термомодеформирующей обработки древесных материалов. Задача исследований – установление условий формирования рифленой поверхностной структуры облицовываемых мебельных фасадов для улучшения их декоративных свойств. Методика – экспериментальные исследования влияния параметров режима: температуры плит пресса, давления и времени прессования на объект исследований – глубину поверхностного рельефа. Материалы: основа щита – ДСтП марки Р1; облицовка – пленка ПВХ, подслои – картон толщиной 4 мм; карбамидоформальдегидная смола КФ120-65(Ф) ТУ2311-001-00252569-944.

Результаты и обсуждение

Разработан новый способ термомодеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования. Процесс создания поверхностного рельефа (рифленой поверхности) иллюстрирует физическая модель способа (рис. 1).

Динамика изменения толщины пакета до, при создании давления и после снятия давления проиллюстрирована структурной моделью (рис. 2).

Одна из плит пресса создает равномерно распределенное давление P_3 . Впадины пуансона создают давление P_1 , которое необходимо для введения в соприкосновение составных компонентов мебельного щита. Выступы пуансона создают давление P_2 , которое необходимо для деформи-

рования подслоя 2 и ПВХ-пленки 3. До обработки (см. рис. 1, а) суммарная толщина компонентов H_C , мм, составляет:

$$H_C = H_1 + H_2 + H_3, \quad (1)$$

где H_1, H_2, H_3 – толщина до обработки соответственно основы из ДСтП, подслоя и ПВХ-пленки, мм.

Под действием давления и температуры происходит уменьшение толщины составляющих элементов прессуемого пакета. Суммарная толщина пакета становится минимальной (рис. 2, б). После снятия давления происходит частичное восстановление всех элементов пакета (рис. 2, в), а их толщина снятия давления h_C , мм, составит:

$$h_C = h_1 + h_2 + h_3, \quad (2)$$

где h_1, h_2, h_3 – толщина элементов пакета после деформационной обработки соответственно основы из ДСтП, подслоя и ПВХ-пленки, мм.

Процесс термомодеформирования трехслойного пакета описывается дифференциальными уравнениями изменения толщины по времени, температуре и давлению. Эта задача решается для постоянных значений этих факторов. В условиях непостоянства плотности вещества при нагревании и деформировании использовать дифференциальные уравнения изменения толщины для инженерных расчетов не представляется возможным.

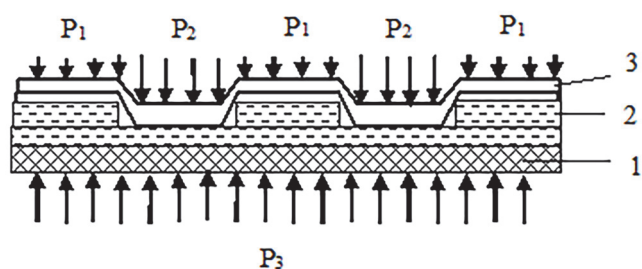


Рис. 1. Физическая модель способа:
 1 – основа мебельного щита; 2 – легкодеформируемый подслои; 3 – ПВХ-пленка;
 P_1 – давление, создаваемое впадинами пуансона;
 P_2 – давление выступов пуансона;
 P_3 – давление плиты пресса
 Fig. 1. Physical model of the method:
 1 – the basis of a furniture board made;
 2 – an easily deformable sublayer; 3 – PVC film;
 P_1 – pressure created by the depressions of the punch;
 P_2 – pressure of the protrusions of the punch;
 P_3 – pressure of the press plate

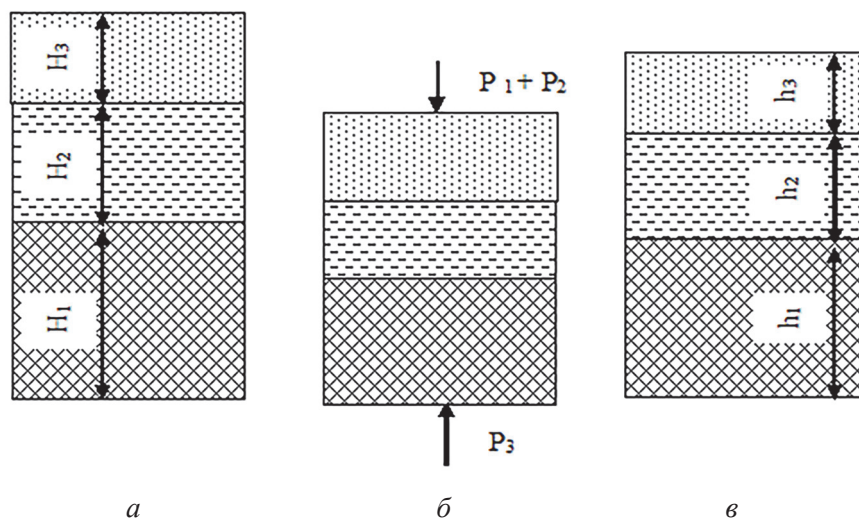


Рис. 2. Структурная модель деформирования пакета в процессе обработки:

a – до создания давления; *б* – под давлением; *в* – после снятия давления;

P_1 – давление, создаваемое впадинами пуансона; P_2 – давление создаваемое выступами пуансона;

P_3 – давление, создаваемое плитой пресса

Fig. 2. Structural model of package deformation during processing:

a – before pressure is created; *b* – under pressure; *c* – after pressure is removed;

P_1 – pressure created by the depressions of the punch; P_2 – pressure created by the protrusions of the punch;

P_3 – pressure created by the press plate

Поэтому проведены экспериментальные исследования влияния параметров режима прессования на глубину рельефа. Исследования проводились

в условиях кафедры «Лесное дело и технология деревообработки» ФГБОУ ВО «БГИТУ». Постоянные факторы: расход клея – 100–110 г/м²; материал основы – ДСтП толщиной 16 мм марки Р1; облицовка – пленка ПВХ; подслой – картон толщиной 4 мм; марка смолы – карбамидоформальдегидная КФ120-65(Ф). При реализации исследований применялся трехфакторный план Бокса ВЗ (Пижури, Пижури, 2005). Построение математической модели, описывающей влияние температуры плит пресса (95–115 °С), давления (2–4 МПа) и времени прессования (1–2 мин) на глубину рельефа, выполнялось методом композиционного планирования эксперимента (КПЭ) с помощью компьютерных программ PlanExp V-D13, Excel и SigmaPlot. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние температуры (x_1), давления (x_2) и времени прессования (x_3) на глубину рельефа:

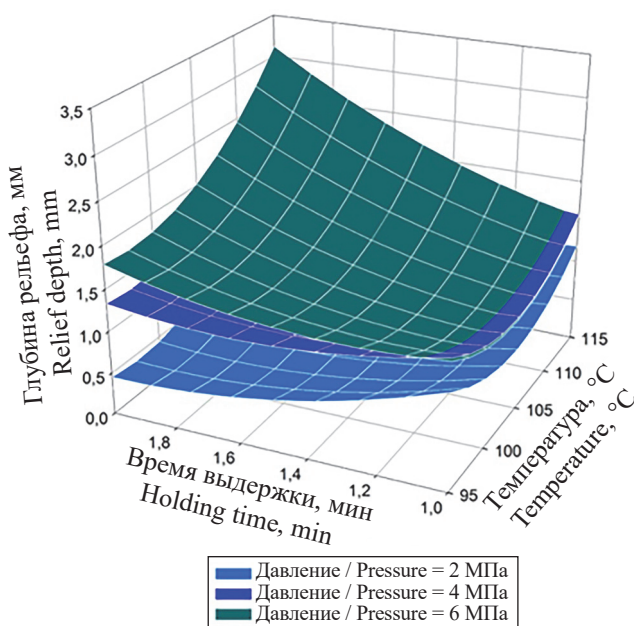


Рис. 3. Влияние параметров режима на глубину рельефа

Fig. 3. The effect of the mode parameters on the depth of the relief

$$y = 1,147 + 0,34x_1 + 0,43x_2 + 0,21x_3 + 0,44x_1^2 + 0,01x_2^2 + 0,225x_3^2 + 0,212x_1x_2 + 0,188x_1x_3 + 0,313x_2x_3, \quad (3)$$

Графическая интерпретация результатов исследований проиллюстрирована на рис. 3.

Выводы

1. Предложен новый способ термомодеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования.

2. Разработаны физическая и структурная модели процесса, описывающие динамику процесса изменения толщины при создании и после снятия давления. Проведено экспериментальное исследование и установлены зависимости величины (глу-

бины) рельефа на поверхности мебельных фасадов от параметров режима: давления, температуры и времени прессования.

3. Установлено, что с увеличением давления, температуры и времени прессования глубина рельефа увеличивается. Приведены графические зависимости, иллюстрирующие влияние переменных факторов на целевую функцию. Показано, что максимальное значение глубины рельефа 3,2 мм достигалось при давлении 2 МПа, температуре плит пресса 115 °С и времени прессования 2 мин.

Список источников

- Кирилина А. В., Ветошкин Ю. И., Золкин А. П. Декорирование деталей мебели тиснением путем холодного прессования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XII Всерос. науч.-техн. конф. студ. и аспирантов и конкурса по программе «Умник». Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. Ч. 1. С. 51–12.
- Лукаш А. А. Основы конструирования изделий из древесины. Дизайн корпусной мебели : учебное пособие. СПб. : Лань, 2017. 137 с.
- Лукаш А. А., Данилкина Ю. В., Пикашов Н. Н. Фасады для корпусной мебели с цветным рельефным рисунком на лицевой поверхности // Деревообрабатывающая промышленность. 2010. № 4. С. 10–12.
- Пижурин А. А., Пижурин А. А. Основы научных исследований в деревообработке. М. : МГУЛ, 2005. 304 с.
- Уголев Б. Н., Скориданов Р. В., Постников В. В. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : МГУЛ, 2007. 340 с.
- Хуажев О. З. Формирование декоративных элементов мебели из древесины методом термопрессования : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.05 / Хуажев Олег Закиреевич. Воронеж, 2000. 293 с.
- Хухрянский П. Н. Прессование древесины. М. : Лесн. пром-сть, 1964. 361 с.
- Шамаев В. А. Получение модифицированной древесины с высокими прочностными свойствами // Известия вузов. Лесной журнал. 2006. № 4. С. 78–83.

References

- Huazhev O. Z. The formation of decorative elements of furniture made of wood by thermal pressing : dissertation of the Doctor of technical Sciences : 05.21.05 / Huazhev O. Z. Voronezh, 2000. 293 p.
- Kirilina A. V., Vetoshkin Yu. I., Zolkin A. P. Decoration of furniture details embossing by cold pressing // Scientific creativity of youth in the forestry complex of Russia : Materials of the XII All-Russian Scientific and Technical Conference of students and aspirants and the competition under the program “Umnik”. Yekaterinburg : UGLTU, 2016. Part 1. P. 51–12. (In Russ.)
- Khukhriansky P. N. Pressing of wood. Moscow : Forest industry, 1964. 361 p.
- Lukash A. A. Fundamentals of designing wood products. Cabinet furniture design : a textbook. St. Petersburg : Lan, 2017. 137 p.
- Lukash A. A., Danilkina Yu. V., Pikashov N. N. Facades for cabinet furniture with a colored relief pattern on the front surface // The wood processing industry. 2010. № 4. P. 10–12. (In Russ.)
- Pyzhurin A. A., Pyzhurin A. A. Fundamentals of scientific research in woodworking. Moscow : MGUL, 2005. 304 p.

Shamaev V. A. Obtaining modified wood with high strength properties // *Izvestiya vuzov. Forest magazine.* 2006. № 4. P. 78–83. (In Russ.)

Ugolev B. N., Skoridanov R. V., Postnikov V. V. Wood science with the basics of forest commodity science : textbook for universities. Ed. 3rd, reprint. and add. Moscow : MGUL, 2007. 340 p.

Информация об авторах

Д. О. Чернышев – кандидат технических наук, доцент,
chernyshevdo@m.usfeu.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5802-2697>

А. А. Лукаш – доктор технических наук, профессор,
mr.luckasch@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

А. А. Пыкин – кандидат технических наук, доцент,
alexem87@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1369-4884>

С. Н. Швачко – кандидат технических наук, доцент,
sshvachko@mail.ru, [http:// http://orcid.org/0009-0002-7670-1527](http://orcid.org/0009-0002-7670-1527)

К. В. Разрезов – аспирант,
razrezowkirill@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0003-6676-2219>

Information about the authors

D. O. Chernyshev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
chernyshevdo@m.usfeu.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5802-2697>

A. A. Lukash – Doctor of Technical Sciences, Professor,
mr.luckasch@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

A. A. Pykin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
alexem87@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1369-4884>

S. N. Shvachko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
sshvachko@mail.ru, <http:// http://orcid.org/0009-0002-7670-1527>

K. V. Razrezov – postgraduate student,
razrezowkirill@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0003-6676-2219>

Статья поступила в редакцию 05.12.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 05.12.2023; accepted for publication 01.02.2024.

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 163–176.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 163–176.

Научная статья

УДК 331.45

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.018

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Владимир Владимирович Сиваков¹, Анатолий Михайлович Буглаев²,
Анатолий Николаевич Заикин³

^{1,3} Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

² Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ sv@bgitu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>

² an.buglaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6923-4815>

³ zaikin.anatolij@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>

Аннотация. Проблема повышения эффективности охраны труда на предприятиях, в том числе лесозаготовительных, в настоящее время является весьма актуальной, так как позволяет снизить случаи производственного травматизма за счет совершенствования обучения правилам техники безопасности, своевременного проведения различных инструктажей и периодического контроля знаний правил техники безопасности, контроля применения средств индивидуальной защиты. Цель работы – проанализировать направления использования цифровых технологий в области охраны труда на лесозаготовительном предприятии. Поиск и поддержание в актуальном состоянии документации по охране труда требует значительных затрат как со стороны персонала, так и со стороны предприятия. Применение информационных систем и сервисов, обеспечивающих оперативный доступ к нормативной информации, облегчающих процесс обучения правилам безопасной работы и оказания первой медицинской помощи, создает предпосылки для повышения эффективности системы охраны труда. Важным направлением, нацеленным на исключение случаев производственного травматизма, является контроль за опасными производственными зонами, особенно при работе в лесу, что дает возможность сигнализировать об опасности и отключить оборудование. Успешное решение поставленных задач возможно при внедрении цифровых технологий, основывающихся на нейросетях и искусственном интеллекте, на базе единой информационной системы управления класса ERP. Выбор программного обеспечения необходимо осуществлять исходя из анализа возможностей конкретного программного продукта, потребностей предприятия и возможности встраивания приобретаемого программного обеспечения в единую информационную систему управления.

Ключевые слова: система организации охраны труда, промышленное предприятие, цифровые сервисы, программное обеспечение, цифровизация

Для цитирования: Сиваков В. В., Буглаев А. М., Заикин А. Н. Цифровизация охраны труда на лесозаготовительном предприятии // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 163–176.

Original article

DIGITALIZATION OF LABOR PROTECTION AT A LOGGING ENTERPRISE

Vladimir V. Sivakov¹, Anatoly M. Buglaev², Anatoly N. Zaikin³

^{1,3} Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

² Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ sv@bgitu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>

² an.buglaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6923-4815>

³ zaikin.anatolij@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>

Abstract. The problem of improving the efficiency of labor protection at enterprises, including logging, is currently very relevant, because it reduces the incidence of occupational injuries at the enterprise by improving safety training, timely carrying out various inspections and periodic monitoring of knowledge of safety regulations, control of the use of personal protective equipment. The purpose of the work is to analyze the directions of using digital technologies in the field of labor protection at a logging enterprise. Finding and keeping up-to-date labor protection documentation requires significant costs on the part of both personnel and the enterprise. The use of information systems and services that provide prompt access to regulatory information, facilitate the process of learning the rules of safe work and first aid creates prerequisites for improving the efficiency of the labor protection system. An important area aimed at eliminating occupational injuries is the control of hazardous production areas, especially when working in the forest, which makes it possible to signal danger and disconnect equipment. The successful solution of these tasks is possible with the introduction of digital technologies based on neural networks and artificial intelligence, based on a unified ERP-class information management system. The choice of software should be carried out on the basis of an analysis of the capabilities of a specific software product, the needs of the enterprise and the possibility of embedding the purchased software into a single information management system.

Keywords: occupational safety management system, industrial enterprise, digital services, software, digitalization

For citation: Sivakov V. V., Buglaev A. M., Zaikin A. N. Digitalization of labor protection at a logging enterprise // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 163–176.

Введение

Вопрос безопасной эксплуатации техники персоналом лесозаготовительного предприятия и обеспечение охраны труда является важной и ответственной задачей, от решения которой зависит зачастую жизнь человека.

Как показывает статистика, количество случаев нарушения техники безопасности и, как следствие, число случаев производственного травматизма, в том числе с тяжелыми последствиями, достаточно большое, и задача их снижения весьма остро стоит перед отделами охраны труда на

предприятиях. Лесозаготовки характеризуются тяжелыми условиями работы персонала, а также наличием большого количества опасных факторов вследствие работы в лесу.

Цифровые технологии в настоящее время все шире применяются в нашей жизни, включая области образования, управления, финансовой сферы, транспорта, безопасности, а также в различных отраслях промышленности (Gölzer, Fritzsche, 2017; Chiu et al., 2017; Erboz, 2020; Tolstykh, Afonin, 2021; Olayode et al., 2021; Gavrilović, Mishra, 2021), при этом происходит изменение

подхода к получаемым данным и их использованию путем технологий Big date и Smart date, для обработки которых все шире применяются нейронные сети, создаются цифровые двойники как отдельных изделий, так и процессов, меняется методический подход к их проектированию (Техническое обслуживание, 2019; Parshina и Frolov, 2020; Белов и др., 2021; Fernando, 2022; Бовтеев, Веселова, 2022).

Не остается в стороне от цифровизации и система обеспечения охраны труда (Sharmanov et al., 2017; Внедрение технологий..., 2019; Новиков и др., 2019; Инновационные цифровые технологии..., 2022), в том числе и на предприятиях лесопромышленного комплекса (рис. 1).

Цель работы – проанализировать направления использования цифровых технологий в области охраны труда на лесозаготовительном предприятии.

Материалы и методы

В статье приведены основные тенденции применения цифровых технологий, используемых в области охраны труда на промышленных предприятиях, связанные со снижением нагрузки на службу охраны труда, повышением эффективности выявления нарушений правил техники безопасности, уменьшением случаев производственного травматизма.

Проанализированы сервисные и программные продукты в области охраны труда, выполнен сравнительный анализ их функциональности, особенности применения, возможности встраивания в единую информационную среду управления предприятием класса ERP.

Результаты исследования

Законодательство Российской Федерации в области охраны труда весьма обширно и направлено на защиту жизни, здоровья, благополучия каждого человека, в том числе и в процессе производственной деятельности.

Это право закреплено в нескольких статьях Конституции РФ, а также в многочисленных законах, ГОСТ, СП и других документах. Такое разнообразие законодательства создает огромные



Рис. 1. Применение информационных технологий в области охраны труда
Fig. 1. Application of information technologies in the field of labor protection

проблемы для инженера по охране труда, так как необходимо не только знать их положения, но и контролировать актуальность, находить ответы на возникающие вопросы, поэтому использование цифровых технологий позволяет значительно повысить эффективность работы. Например, Минтруд России создал «Единую общероссийскую справочно-информационную систему по охране труда» (ЕИСОТ) (рис. 2).

На коммерческой основе разработан ряд сервисов, позволяющих получить доступ к базе данных нормативных документов, например справочно-правовые системы Гарант (Справочник промышленника..., 2023) и Техэксперт (Профессиональная справочная..., 2023), а также справочная система Акцион (рис. 3), предлагающая доступ к 86 млн документов, шаблонам и справочникам (Система Охрана..., 2023) и ряд других (Акцион Охрана..., 2023).

Автоматизация контроля проведения медосмотров, обучений, всевозможных инструктажей, выдачи средств индивидуальной защиты, контроля за сроками отправки различных документов является важным элементом, облегчающим работу службы охраны труда на предприятии.

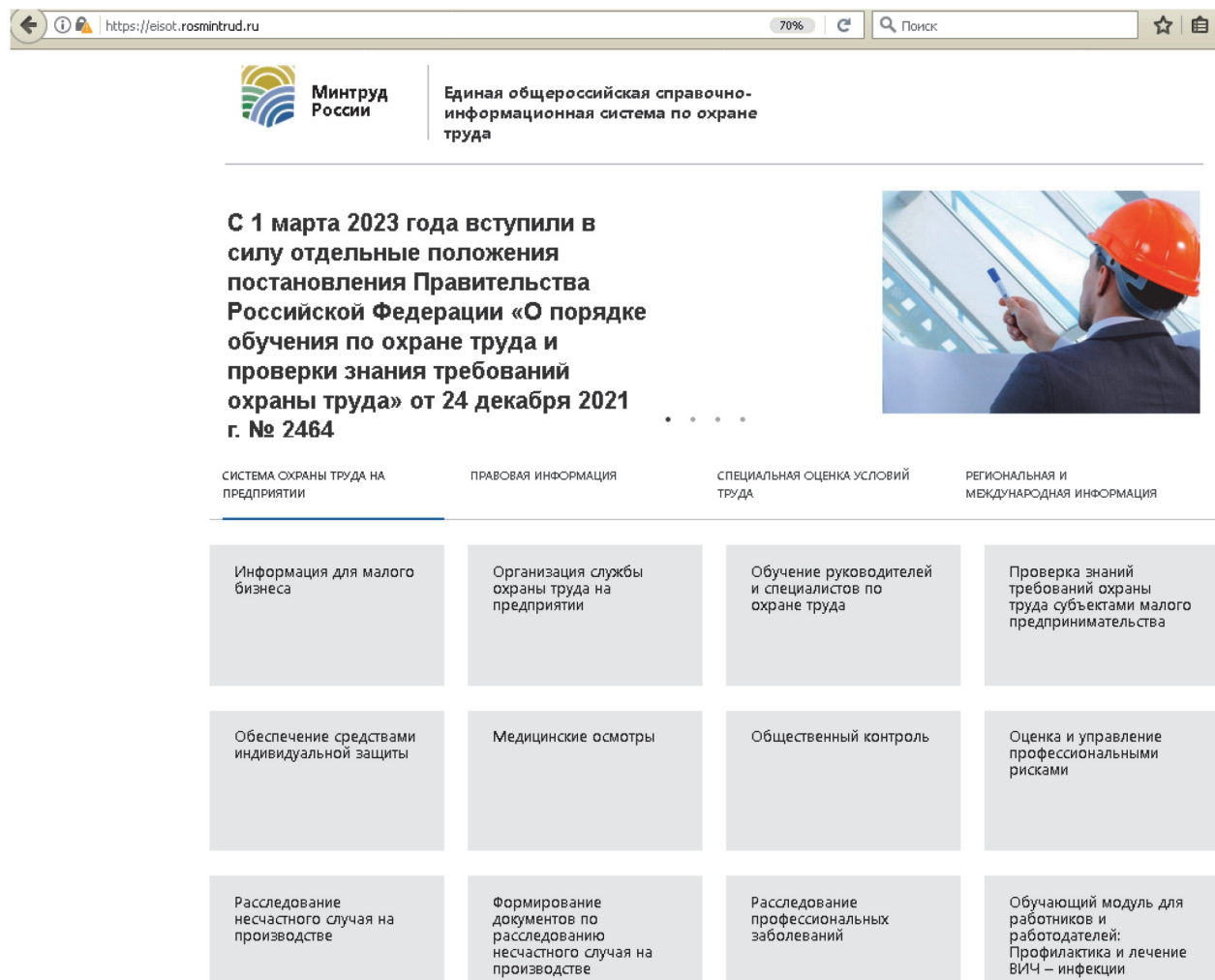


Рис. 2. Интерфейс Единой общероссийской справочно-информационной системы по охране труда (2023)
 Fig. 2. Interface of the Unified All-Russian reference and information system on labor protection

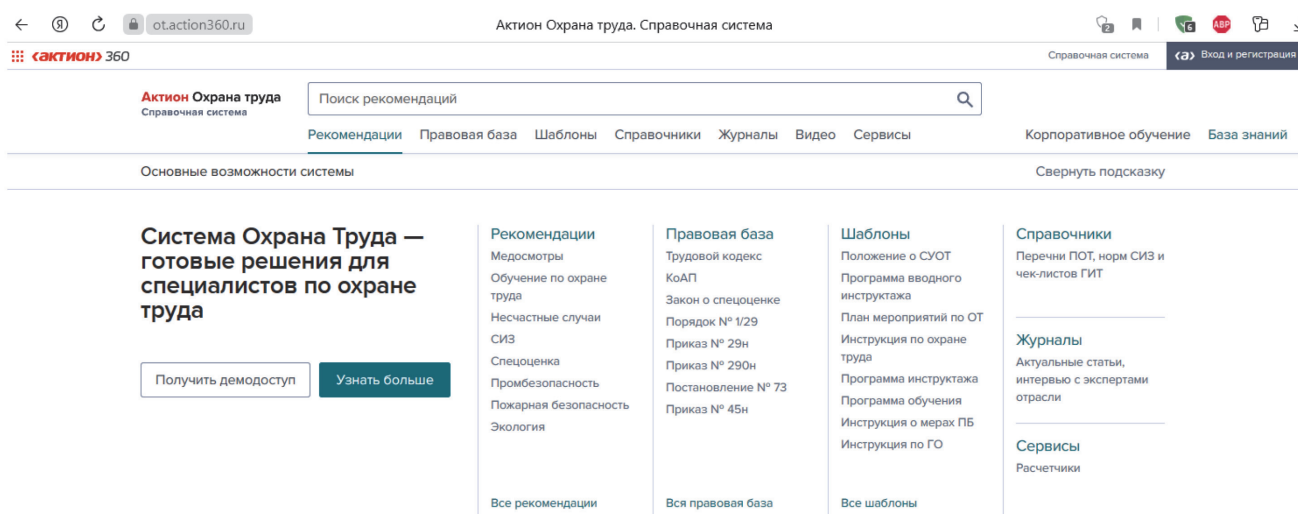


Рис. 3. Интерфейс справочной системы «Акцион»
 (Система Охрана..., 2023)
 Fig. 3. Interface of the Aktion help system

Для этого применяются как стандартные программы (например MS Excel, обладающая низкой эффективностью), так и специализированные программы и информационные системы (Автоматизация охраны..., 2023; Автоматизация производственной безопасности..., 2023; 1С: Производственная безопасность..., 2023; Электронное рабочее место..., 2023; Модуль..., 2023; ЭРМ инженера..., 2023; ОЛИМПОКС: Инструктаж 365, 2023).

Наиболее известные программные продукты представлены на платформе 1С–1С: Охрана труда (Автоматизация производственной безопасности..., 2023) и 1С: Производственная безопасность. Охрана труда (1С: Производственная безопасность..., 2023). Кроме этого, используются и другие программы, разработанные компаниями и частными лицами, но возможности у них достаточно

ограниченные. Сравнение указанных программ представлено в таблице.

Программный продукт «Системы безопасности и охраны труда» (рис. 4) помогает автоматизировать учет на рабочем месте специалиста по охране труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности. Это самостоятельная конфигурация, разработанная компанией «Информ Сервис» (Автоматизация производственной безопасности..., 2023).

«1С: Производственная безопасность. Охрана труда» (рис. 5) – одно из основных программных решений для автоматизации задач охраны труда и обеспечения автоматизации процессов учета, планирования, контроля и формирования аналитической отчетности по охране труда в соответствии с требованиями законодательства РФ, отраслевой и корпоративной спецификой.

Таблица 1
Table 1

Сравнительная характеристика программных продуктов для инженера по охране труда
Comparative characteristics of software products for an occupational safety engineer

Название Title	Наличие приложения Availability of the application	Возможности Opportunities	Интеграция с EPR системой Integration with the ERP system	Разработчик Developer
Система безопасности и Охрана труда 1С: Предприятие 8 1С: Occupational Safety and Health System:Enterprise 8	Да Yes	Высокие High	Да Yes	Информ Сервис, РФ Inform Service, Russian Federation
1С: Производственная безопасность. Охрана труда 1С: Industrial safety. Labor protection	Нет No	Высокие High	Да Yes	1С, РФ 1S, Russian Federation
Программа КОТ A program KOT	Нет No	Средние Medium	Нет No	ООО «Информ Консот», РФ “Inform Consot” LLC, Russian Federation
Программа АРМ «Специалиста по ОТ» The program of the Automated control system «OT Specialis»	Нет No	Средние Medium	Нет No	Экспертцентр, Беларусь Expert Center, Belarus
ЭРМ инженера по охране труда ERM of an occupational safety engineer	Нет No	Низкие Low	Нет No	Издательство Форум Медиа, РФ Forum Media Publishing House, Russian Federation
ОЛИМПОКС: Инструктаж 365 OLYMPFOX: Briefing 365	Нет No	Низкие Low	Нет No	Консалтинговая группа «ТЕРМИКА» Consulting Group “THERMIKA”
ФИ-ОТ FI-OT	Нет No	Низкие Low	Нет No	ООО «Финдиас» Open joint stock company “Findias”

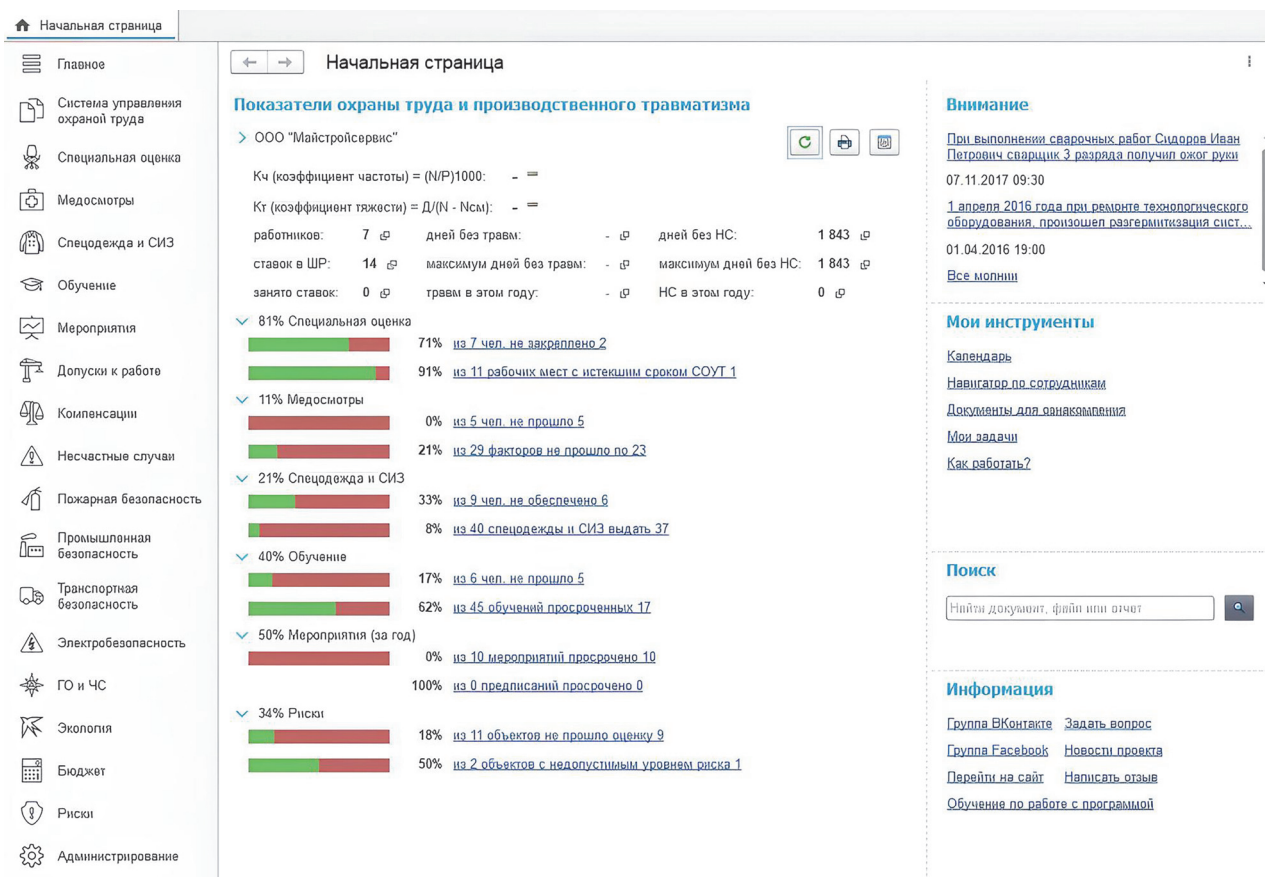


Рис. 4. Пример интерфейса начальной страницы программы «Системы безопасности и охраны труда»
Fig. 4. An example of the interface of the initial page of the program "Occupational safety and health systems"

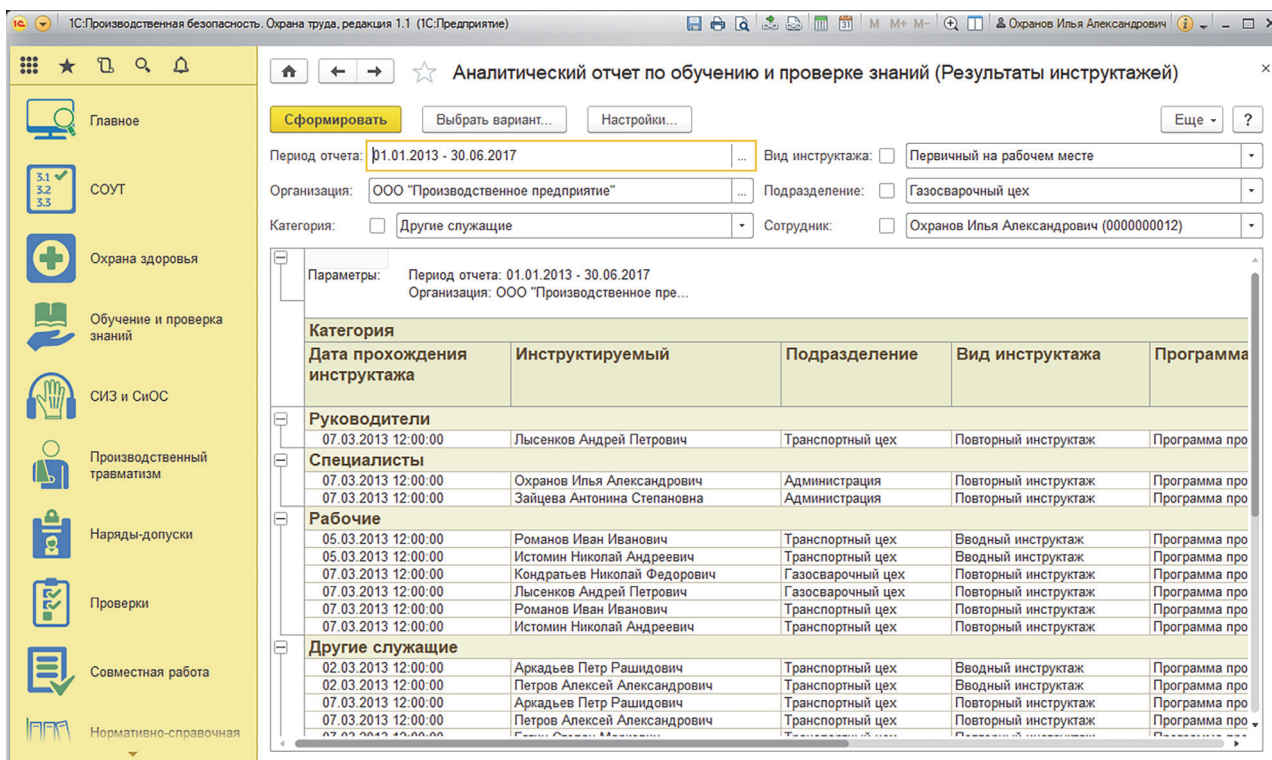


Рис. 5. Пример интерфейса страницы «1С: Производственная безопасность. Охрана труда»
Fig. 5. Example of the interface of page "1C: Industrial safety. Labor protection"

Инструктажи, проверка знаний в области охраны труда неразрывно связаны с обучением. Для повышения эффективности предлагается использование мультимедийных технологий, презентаций, видеоинструкций, в том числе и по вопросам оказания первой медицинской помощи пострадавшим от несчастных случаев (рис. 6) (Электронная платформа..., 2023).

При оказании такой помощи желательно, чтобы была видеосвязь со специалистом-медиком, который смог бы контролировать этот процесс и обеспечивать методическую помощь. Применение технологий дополненной реальности в этом случае также было бы очень полезным, так как в стрессовых ситуациях человек может растеряться и упустить время для эффективного оказания медицинской помощи.

Применение технологий дополненной и виртуальной реальности (Степанов, Бурмин, 2017; Иванова, 2018; Соснило, Устюжанина, 2019) позволяет эффективно осуществлять обучение и информирование сотрудников как о безопасных приемах труда, так и приемах оказания первой медицинской помощи за счет улучшения взаимодействия с изучаемым контентом.

Очень важно не просто проводить обучение, но и следить за применением средств индивидуальной защиты (рис. 7), поведением работников (рис. 8), а также предупреждать их о попадании

в опасную зону (рис. 9). Такого рода решения предлагаются рядом российских компаний (ARgment. Safety..., 2023; Видеоаналитика..., 2023; Обнаружение опасного поведения..., 2023).

Процесс лесозаготовок имеет свои особенности, заключающиеся в работе вдали от предприятий, на лесосеке, поэтому остро встает вопрос обеспечения безопасной работы при валке и трелевке деревьев. Ведущий международный лесопромышленный холдинг Segezha Group и «ИНЛАЙН ГРУП» провели совместные испытания отечественной программной платформы дополненной реальности «ИКСАР» в комбинации с AR-очками промышленного исполнения (рис. 10) в реальных полевых условиях на одном из лесозаготовительных участков в Вологодской области. В ходе испытаний сотрудники применяли стандартную каску с закрепленными на ней монокулярными и бинокулярными AR-очками с загруженным программным обеспечением «ИКСАР» и настроенными процессами, благодаря чему на экране AR-очков сотрудник видел пошаговые операции согласно действующему в компании регламенту проведения работ (Segezha Group..., 2023).

Однако требуются еще и внешняя система оценки действий работника, включающая видеокамеры, установленные на транспортном средстве и дающие обзор на 360° (наподобие решений для автомобилей многих автопроизводителей),

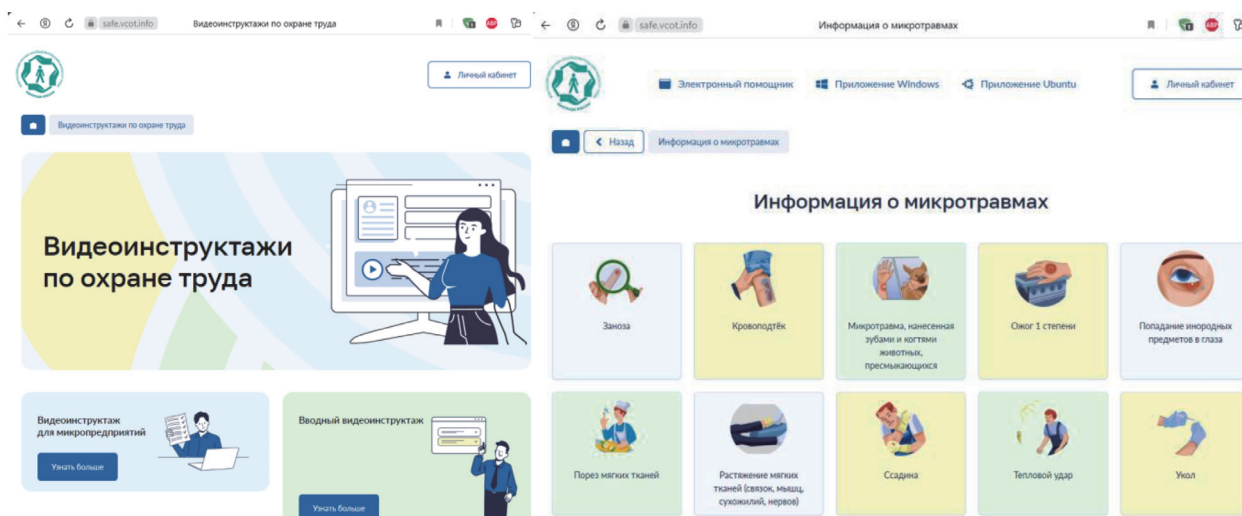


Рис. 6. Электронная платформа по охране труда
Fig. 6. Electronic Labor Protection platform

и программное обеспечение, анализирующее окружающую обстановку и контролирующее попадание людей в опасные зоны, как это выполнено для стационарных объектов (Контроль зон..., 2023; Контроль опасных зон..., 2023).

С учетом того, что все направления деятельности по охране труда целесообразно связать в единую цифровую систему, использование «1С: Предприятие 8. Производственная безопасность» дает возможность организовать цифровую экосистему



Рис. 7. Пример контроля применения средств индивидуальной защиты
Fig. 7. Example of monitoring the use of personal protective equipment



Рис. 8. Обнаружение опасного поведения персонала
Fig. 8. Detection of dangerous personnel behavior

предприятия и встроить ее в единое цифровое пространство. Применение данного решения позволит обнаруживать нарушения в режиме реального времени, оперативно расширять возможности на-

стройки системы (задание контуров наблюдений, перечня детектируемых СИЗ и т. д.), использовать различные настраиваемые сценарии работы.



Рис. 9. Пример контроля опасных зон (Контроль зон..., 2023; Контроль опасных зон..., 2023)
Fig. 9. Example of control of hazardous areas



Рис. 10. Испытания отечественной программной платформы дополненной реальности «ИКСАР» с AR-очками (Segezha Group..., 2023)
Fig. 10. Tests of the domestic augmented reality software platform “IXAR” with AR glasses

Заключение

Проведенные исследования позволили установить, что применение цифровых технологий в области охраны труда является одним из актуальных трендов (Волдаев, 2017; Тимофеев, Тимофеева, 2022; Самарская, 2022), при этом развивается ряд программных продуктов, информационных систем и сервисов, направленных на оперативный доступ к нормативной информации, составление отчетности, повышение качества обучения, управления инструктажами, а также по-

зволяющих контролировать соблюдение правил техники безопасности.

Рассмотренные программные продукты применяются для ряда промышленных предприятий, в то же время процесс лесозаготовок отличается выполнением работ в лесу, что требует доработки существующих систем с учетом опасных факторов (Буглаев, Сиваков, 2022), в том числе при заготовке древесины на территориях, подвергшихся радиационному загрязнению (Повышение эффективности..., 2020).

Список источников

- 1С: Производственная безопасность. Охрана труда. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features (дата обращения: 06.08.2023).
- Автоматизация охраны труда, сервис для специалистов. URL: <https://otor.pro> (дата обращения: 06.08.2023).
- Автоматизация производственной безопасности и охраны труда. URL: <https://www.ot-soft.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Акцион Охрана труда : справочная система. URL: <https://ot.action360.ru/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Белов В. Ф., Гаврюшин С. С., Занкин А. И. Архитектура цифровой платформы исследования и проектирования инноваций в машино- и приборостроении // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2021. № 3 (732). С. 3–15. DOI: 10.18698/0536-1044-2021-3-3-15
- Бовтеев С. В., Веселова Н. И. Разработка метода создания семейств строительных машин и оборудования для 3D- и 4D-моделирования // Системные технологии. 2022. № 3 (44). С. 14–23. DOI: 10.55287/22275398_2022_3_14
- Буглаев А. М., Сиваков В. В. Безопасность жизнедеятельности в лесу : справочник. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 140 с. ISBN 978-5-9729-1068-7.
- Видеоаналитика на производстве. URL: <https://www.1c-prombez.ru/dt/videoanalitika-na-proizvodstve/> (дата обращения: 10.07.2023).
- Внедрение технологий цифрового обучения для повышения качества обучения работников охране труда / Г. Е. Седельников, А. И. Фомин, А. М. Ермолаев, Е. А. Петров // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 1. С. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66
- Волдаев М. Н. Цифровая трансформация лесной отрасли России // Деревообрабатывающая промышленность. 2017. № 2. С. 24–30.
- Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда. URL: <https://eisot.gosmintrud.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // СРРМ. 2018. № 3 (108). С. 88–107.
- Инновационные цифровые технологии в области промышленной безопасности охраны труда и окружающей среды / М. В. Малофеев, П. И. Чермянин, М. Б. Кошелев [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 5 (90). С. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85
- Контроль зон. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/kontrol-zon/> (дата обращения: 10.07.2023).
- Контроль опасных зон с помощью видеоаналитики. URL: <https://vizorlabs.ru/otraslevye-resheniya/nftegaz/kontrol-opasnykh-zon/> (дата обращения: 10.07.2023).

- Модуль прикладного программного обеспечения (МППО) «Автоматизированное рабочее место специалиста по охране труда». URL: <https://expert.by/products/arm/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Новиков Н. Н., Тодрадзе К. Н., Ворошилов А. С. Цифровые технологии в охране труда. Управление компетентностью работников // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2019. № 1. С. 61–64.
- Обнаружение опасного поведения. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/obnaruzhenie-opasnogo-povedeniya/> (дата обращения: 10.07.2023).
- ОЛИМПОКС: Инструктаж 365. URL: https://olimpoks.ru/oks/software/olimpoks_briefing/ (дата обращения: 06.08.2023).
- Повышение эффективности работы машин и оборудования при заготовке древесины в лесах с радиоактивным загрязнением / А. Н. Заикин, А. С. Торопов, В. М. Меркелов, В. В. Сиваков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 1 (373). С. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127
- Профессиональная справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ». URL: <https://tech.company-dis.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Самарская Н. А. Трансформация охраны труда в условиях цифровой экономики // Экономика труда. 2022. № 2. С. 333–348. DOI: 10.18334/et.9.2.114261
- Система Охрана труда. URL: https://1gl-spb.ru/sistemy/ohrana_truda (дата обращения: 06.08.2023).
- Соснило А. И., Устюжанина М. Д. Технологии виртуальной и дополненной реальности как факторы государственной экономической политики и роста конкурентоспособности бизнеса // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2019. № 2. С. 204–219. DOI: 10.15593/2224-9354/2019.2.15
- Справочник промышленника в составе системы ГАРАНТ. URL: <http://industry.garant.ru> (дата обращения: 06.08.2023).
- Степанов Ю. А., Бурмин Л. Н. Обеспечение охраны труда горнорабочих с использованием технологии Google VR // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 3. С. 60–64. DOI:10.21603/2542-2448-2017-3-60-64
- Техническое обслуживание технологических машин на базе цифровизации / А. К. Тугенгольд, Р. Н. Волошин, А. Р. Юсупов, Т. Н. Круглова // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19. № 1. С. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80
- Тимофеев С. С., Тимофеева С. С. Цифровое будущее охраны труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7. № 1. С. 51–62. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2022-1-51-62>
- Электронная платформа по охране труда. URL: <https://safe.vcot.info/videoinstruktazh> (дата обращения: 10.07.2023)
- Электронное рабочее место инженера по охране труда KOT. URL: https://consot.ru/soft_erm_kot/ (дата обращения: 06.08.2023).
- ЭРМ инженера по охране труда. URL: <https://www.softportal.com/software-33526-erm-inzshenera-po-ohrane-truda.html> (дата обращения: 06.08.2023).
- ARgument.Safety. Сервис для снижения травматизма и ЧС на предприятиях с применением технологий дополненной реальности. URL: <https://argument.digital/safety/> (дата обращения: 06.08.2023).
- Chiu Y.-C., Cheng F.-T., Huang H.-C. Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. // Journal of the Chinese Institute of Engineers. 2017. № 1–10. DOI: 10.1080/02533839.2017.1362357 (accessed 01.01.2023).
- Erboz G. A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model // Journal of Industrial Engineering and Management. 2020. № 13(2) : 266. DOI: 10.3926/jiem.2915
- Fernando J. Digital Twin for Processes and Products / Technoarete Transactions on Internet of Things and Cloud Computing Research. (2022). № 2. DOI: 10.36647/TTITCCR/02.02.Art002.

- Gavrilović N., Mishra A.* Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions // *J Ambient Intell Human Comput.* 2021. № 12. P. 1315–1336. DOI: 10.1007/s12652-020-02197-3
- Gölzer P., Fritzsche A.* Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // *Production Planning and Control.* 2017. № 28 (16). P. 1332–1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148
- Kolberg D., Zühlke D.* Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies // *IFAC-Papers On Line.* 2015. № 48 (3). P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359
- Olayode I., Tartibu L., Okwu M.* Prediction and Modelling of Traffic Flow of Human-driven Vehicles at a Signalized Road Intersection Using Artificial Neural Network Model : A South African Road Transportation System Scenario // *Transportation Engineering.* 2021. № 6. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100095
- Parshina I. S., Frolov E. B.* Development of a digital twin of the production system on the basis of modern digital technologies // *Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2020. Vol. 13. № 1. P. 29–34. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-1-29-34
- Segezha Group тестирует технологии и устройства вспомогательной реальности (assisted reality) в «полевых» условиях. URL: <https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641> (дата обращения: 10.07.2023).
- Sharmanov V. V., Simankina T. L., Mamaev A. E.* BIM in the assessment of labor protection // *Magazine of Civil Engineering.* 2017. № 1 (69). P. 77–88. DOI: 10.18720/MCE.69.7
- Tolstykh T. O., Afonin S. E.* Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy // *Russian Journal of Industrial Economics.* 2021. № 14 (4). P. 410–417. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-410-417

References

- 1C: Industrial safety. Occupational safety and health. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features (accessed 08.06.2023).
- ARgment.Safety. A service for reducing injuries and emergencies at enterprises using augmented reality technologies. URL: <https://argument.digital/safety/> (accessed 06.08.2023).
- Automation of industrial safety and labor protection. URL: <https://www.ot-soft.ru> (accessed 08.06.2023).
- Automation of labor protection, service for specialists. URL: <https://otor.pro> (accessed 08.06.2023).
- Belov V. F., Gavryushin S. S., Zankin A. I.* Architecture of a digital circuit board-forms of research and design of innovations in machine and instrument construction // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mechanical engineering.* 2021. № 3 (732). P. 3–15. DOI: 10.18698/0536-1044-2021-3-3-15 (In Russ.)
- Bovteev S. V., Veselova N. I.* Development of a method for creating families of construction machines and equipment for 3D- and 4D-modeling // *System technologies.* 2022. № 3 (44). P. 14–23. DOI: 10.55287/22275398_2022_3_14 (In Russ.)
- Buglaev A. M., Sivakov V. V. Life safety in the forest: Handbook. Moscow ; Vologda : Limited Liability Company “Infra-Engineering Publishing House”, 2022. 140 p. ISBN 978-5-9729-1068-7.
- Chiu Y.-C., Cheng F.-T., Huang H.-C.* Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. // *Journal of the Chinese Institute of Engineers.* 2017. № 1–10. DOI: 10.1080/02533839.2017.1362357 (accessed 01.01.2023).
- Control of hazardous areas using video analytics. URL: <https://vizorlabs.ru/otraslevye-resheniya/neftegaz/kontrol-opasnykh-zon/> (accessed 07.10.2023).
- Detecting dangerous behavior. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/obnaruzhenie-opasnogo-povedeniya/> (accessed 07.10.2023).

- Electronic platform for occupational safety and health. URL: <https://safe.vcot.info/videoinstruktazh> (accessed 07.10.2023).
- Erboz G.* A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model // *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2020. № 13(2) : 266. DOI: 10.3926/jiem.2915
- ERM of an occupational safety engineer. URL: <https://www.softportal.com/software-33526-erm-inzshenera-po-ohrane-truda.html> (accessed 08.06.2023).
- Fernando J.* Digital Twin for Processes and Products / *Technoarete Transactions on Internet of Things and Cloud Computing Research*. (2022). № 2. DOI: 10.36647/TTITCCR/02.02.Art002.
- Gavrilović N., Mishra A.* Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions // *J Ambient Intell Human Comput*. 2021. № 12. P. 1315–1336. DOI: 10.1007/s12652-020-02197-3
- Gölzer P., Fritzsche A.* Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // *Production Planning and Control*. 2017. № 28 (16). P. 1332–1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148
- Innovative digital technologies in the field of industrial safety of labor protection and the environment / *M. V. Malofeev, P. I. Chermynanin, M. B. Koshelev [et al.]* // *Exposition Neft Gaz*. 2022. № 5 (90). P. 82–85. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-5-82-85 (In Russ.)
- Introduction of digital learning technologies to improve the quality of training for workers in occupational safety / *G. E. Sedelnikov, A. I. Fomin, A.M. Ermolaev, E. A. Petrov* // *Occupational safety in industry*. 2019. № 1. P. 62–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-1-62-66 (In Russ.)
- Improving the efficiency of machinery and equipment when harvesting wood in forests with radioactive contamination / *A. N. Zaikin, A. S. Toropov, V. M. Merkelov, V. V. Sivakov* // *Izvestia of Higher educational institutions. Forest magazine*. 2020. № 1 (373). P. 113–127. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-113-127 (In Russ.)
- Ivanova A. V.* Technologies of virtual and augmented reality: possibilities and obstacles of application // *CPRM*. 2018. № 3 (108). P. 88–107. (In Russ.)
- Kolberg D., Zühlke D.* Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies // *IFAC-Papers On Line*. 2015. № 48 (3). P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359
- Labor Protection system. URL: https://1gl-spb.ru/sistemy/ohrana_truda (accessed 08.06.2023).
- Maintenance of technological machines based on digitalization / *A. K. Tugengold, R. N. Voloshin, A. R. Yusupov, T. N. Kruglova* // *Bulletin of the Don State Technical University*. 2019. Vol. 19. № 1. P. 74–80. DOI: 10.23947/1992-5980-2019-19-1-74-80 (In Russ.)
- Novikov N. N., Todradze K. N., Voroshilov A. S.* Digital technologies in labor protection. Management of employee competence // *Proceedings of the Rostov State University of Railway Engineering*. 2019. № 1. P. 61–64 (In Russ.)
- Occupational Safety and Health Act. The reference system. URL: <https://ot.action360.ru/> (accessed 08.06.2023).
- Olayode I., Tartibu L., Okwu M.* Prediction and Modelling of Traffic Flow of Human-driven Vehicles at a Signalized Road Intersection Using Artificial Neural Network Model : A South African Road Transportation System Scenario // *Transportation Engineering*. 2021. № 6. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100095
- OLYMPOX: Briefing 365. URL: https://olimpoks.ru/oks/software/olimpoks_briefing/ (accessed 08.06.2023).
- Parshina I. S., Frolov E. B.* Development of a digital twin of the production system on the basis of modern digital technologies // *Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics*. 2020. Vol. 13. № 1. P. 29–34. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-1-29-34
- Samarskaya N. A.* Transformation of labor protection in the digital economy // *Labor economics*. 2022. № 2. P. 333–348. DOI: 10.18334/et.9.2.114261 (In Russ.)

- Segezha Group тестирует технологии и устройства вспомогательной реальности (assisted reality) в «полевых» условиях. URL: <https://www.inlinegroup.ru/press-center/news/10641> (дата обращения: 10.07.2023).
- Sharmanov V. V., Simankina T. L., Mamaev A. E.* BIM in the assessment of labor protection // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 1 (69). P. 77–88. DOI: 10.18720/MCE.69.7
- Stepanov Yu. A., Burmin L. N.* Ensuring labor protection for miners using Google VR technology // Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Technical and Earth Sciences. 2017. № 3. P. 60–64. DOI:10.21603/2542-2448-2017-3-60-64 (In Russ.)
- Sosnilo A. I., Ustyuzhanina M. D.* Virtual and augmented reality technologies as factors of state economic policy and business competitiveness growth // Bulletin of PNRPU. Socio-economic sciences. 2019. № 2. С. 204–219. DOI: 10.15593/2224-9354/2019.2.15 (In Russ.)
- The electronic workplace of an occupational safety engineer is a CAT. URL: https://consot.ru/soft_erm_kot/ (accessed 08.06.2023).
- The industrialist’s Handbook as part of the GARANT system. URL: <http://industry.garant.ru> (accessed 08.06.2023).
- The module of the applied software (MPPPO) “Automated workplace of the occupational safety specialist”. URL: <https://expert.by/products/arm/> (accessed 08.06.2023).
- The professional reference system “TECHEXPERT”. URL: <https://tech.company-dis.ru> (accessed 08.06.2023).
- Timofeev S. S., Timofeeva S. S.* The digital future of labor protection // XXI century. Technosphere safety. 2022. Vol. 7. № 1. P. 51–62. DOI: 10.21285/2500-1582-2022-1-51-62 (In Russ.)
- Tolstykh T. O., Afonin S. E.* Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy // Russian Journal of Industrial Economics. 2021. № 14 (4). P. 410–417. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-410-417
- Unified All-Russian reference and information system on labor protection. URL: <https://eisot.rosmintrud.ru> (accessed 08.06.2023).
- Video analytics in production. URL: <https://www.lc-prombez.ru/dt/videoanalitika-na-proizvodstve> (accessed 07.10.2023).
- Voldaev M. N.* Digital transformation of the Russian forest industry // The woodworking industry. 2017. № 2. P. 24–30. (In Russ.)
- Zone control. URL: <https://www.mallenom.ru/products/eyecont/kontrol-zon/> (accessed 07.10.2023).

Информация об авторах

- В. В. Сиваков* – кандидат технических наук, доцент;
А. М. Буглаев – доктор технических наук, профессор;
А. Н. Заикин – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors

- V. V. Sivakov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. M. Buglaev – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. N. Zaikin – Doctor of Technical Sciences, Professor.

*Статья поступила в редакцию 07.08.2023; принята к публикации 01.12.2023.
The article was submitted 07.08.2023; accepted for publication 01.12.2023.*

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2(89). С. 177–188.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 177–188.

Научная статья

УДК 630*52:630*174.754

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.019

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ДРЕВОСТОЕВ ОЛЬХИ СЕРОЙ В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Алексей Александрович Карабан¹, Владимир Андреевич Усольцев²,
Сергей Васильевич Третьяков³, Сергей Викторович Коптев⁴,
Андрей Алексеевич Парамонов⁵, Илья Васильевич Цветков⁶,
Александр Владимирович Давыдов⁷, Иван Степанович Цепордей⁸

^{1, 3–7} Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Россия

^{1, 3, 4, 6, 7} Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

^{2, 8} Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Владимир Андреевич Усольцев,
Usoltsev50@mail.ru

Аннотация. За последние десятилетия концентрация парниковых газов в атмосфере растет беспрецедентными темпами вследствие использования ископаемого топлива и возрастающих темпов сведения лесов. Благодаря своей способности производить большое количество биомассы за короткий промежуток времени ольха серая может рассматриваться как перспективная древесная порода для ведения лесного хозяйства с коротким периодом выращивания в восточных и северных регионах Европы. Ольховые насаждения выполняют почвозащитные, почвоулучшающие, мелиоративные функции, в значительной мере регулируют стоки, предотвращают образование снежных лавин и селевых потоков. Ольха серая обладает рядом существенных лесоводственных преимуществ. Целью наших исследований было получение фактических данных о структуре биомассы ольхи серой, произрастающей в условиях северной тайги Архангельской области, разработка моделей возрастной динамики ее фракций на уровне древостоев и сравнительный анализ полученных результатов с данными о продуктивности ольхи серой в других регионах. По данным перечета деревьев всех пород на 40 пробных площадях по ступеням толщины рассчитаны основные таксационные показатели древостоев в возрасте от 20 до 77 лет, а также запасы биомассы на 1 га с использованием опубликованных аллометрических моделей. Построенные модели таксационных показателей и фракций биомассы, связанные между собой по рекурсивному принципу, адекватны фактическим данным на уровне вероятности $p < 0,001$. Сопоставление средних значений таксационных показателей и биомассы на 1 га сероольшаников северной и южной тайги показало, что при больших значениях среднего диаметра ствола и средней

высоты древостои южной тайги имеют соответственно и большие запасы, чем в северной тайге. Но вследствие специфики структуры массы крон и корней ольшаники южной тайги характеризуются меньшими значениями как надземной, так и общей биомассы. Предложенные модели и таблицы могут быть полезны при оценке углероддепонирующей способности сероольшаников северной и южной тайги.

Ключевые слова: *Alnus incana* (L.) Moench., биомасса древостоев, компоненты биомассы, рекурсивные модели, возрастная динамика биомассы, подзоны северной и южной тайги

Финансирование: публикация подготовлена по результатам НИР, выполненной в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства. Регистрационный номер темы: 123022800113-9.

Для цитирования: Возрастная динамика биомассы древостоев ольхи серой в условиях Архангельской области / А. А. Карабан, В. А. Усольцев, С. В. Третьяков [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 177–188.

Original article

AGE DYNAMICS OF BIOMASS OF GRAY ALDER STANDS IN THE CONDITIONS OF THE ARKHANGELSK REGION

Alexey A. Karaban¹, Vladimir A. Usoltsev², Sergey V. Tretyakov³, Sergey V. Koptev⁴, Andrey A. Paramonov⁵, Ilya V. Tsvetkov⁶, Alexander V. Davydov⁷, Ivan S. Tsepordey⁸

^{1,3-7} Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

^{1,3,4,6,7} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

^{1,8} Botanical Garden, Ural Branch of RAS, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Vladimir A. Usoltsev,
Usoltsev50@mail.ru

Abstract. Over the past decades, the concentration of greenhouse gases in the atmosphere has been growing at an unprecedented rate due to the use of fossil fuels and the increasing rate of deforestation. Due to its ability to produce a large amount of biomass in a short period of time, gray alder can be considered as a promising tree species for forestry with a short growing period in the eastern and northern regions of Europe. Alder plantations perform soil-protective, soil-improving, reclamation functions, largely regulate runoff, prevent the formation of snow avalanches and mudflows. Gray alder has a number of significant forestry advantages. The purpose of our research was to obtain the data on the biomass structure of gray alder growing in the conditions of the northern taiga of the Arkhangelsk region, to develop models of the age dynamics of its fractions at the level of stands and a comparative analysis of the results obtained with data on the productivity of gray alder in other regions. According to the measurement data of trees of all species on 40 sample plots, the main taxation indicators of stands aged from 20 to 77 years, as well as biomass per 1 ha using published allometric models, were calculated using stem diameter distributions. The models of taxation indicators and biomass fractions, related according to the recursive principle adequate to the actual data at the probability level $p < 0.001$ are designed. A comparison of the average values of taxation indicators and biomass per 1 ha of gray alder stands of the northern and southern taiga showed that with large values of the average stem diameter and average height, stands of the southern taiga have, respectively, large stem volumes relative to the

northern taiga. But due to the specific structure of the crown and root masses, the alders of the southern taiga are characterized by lower values of both aboveground and total biomass. The proposed models and tables can be useful in assessing the carbon-depositing capacity of gray alder in the northern and southern taiga subzones.

Keywords: *Alnus incana* (L.) Moench., biomass of stands, components of biomass, recursive models, age dynamics of biomass, northern and southern taiga subzones

Funding: the publication was prepared based on the results of the research carried out within the framework of the state task of the FBU “SevNIILH” for conducting applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency. Registration number of the topic: 123022800113-9.

For citation: Age dynamics of biomass of gray alder stands in the conditions of the Arkhangelsk region / A. A. Karaban, V. A. Usoltsev, S. V. Tretyakov [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. №. 2 (89). P. 177–188.

Введение

За последние десятилетия концентрация парниковых газов в атмосфере растет беспрецедентными темпами вследствие использования ископаемого топлива и возрастающих темпов сведения лесов (Tuskan, Walsh, 2001; Лескинен и др., 2020). Более 65 % общего потенциала смягчения последствий изменения климата могут быть достигнуты за счет накопления углерода в лесных экосистемах, а остальные 35 % – за счет замещения ископаемого топлива возобновляемыми ресурсами (Roe et al., 2019; Леса России..., 2020). Благодаря своей способности производить большое количество биомассы за короткий промежуток времени ольха серая может рассматриваться как перспективная древесная порода для ведения лесного хозяйства с коротким периодом выращивания в восточных и северных регионах Европы (Aosaar et al., 2012). Даже в относительно спелом возрасте (29 лет) среднегодовой прирост древостоев ольхи серой на 17 % выше, чем у осины, и на 35 % выше, чем у ольхи черной и у березы (Lohmus et al., 1996), и в лучших условиях произрастания может достигать годичной продукции до 17 т на 1 га (Aosaar et al., 2012). При рубке ольхи серой в возрасте 15–20 лет можно получить вдвое больше древесины с гектара, чем при рубке осины, березы и ольхи черной в соответствующем возрасте, что служит основанием рекомендовать ольху серую в качестве перспективной породы для производства энергетической древесины с оборотом рубки 15–20 лет (Daugavietis et al., 2009).

Ольховые насаждения выполняют почвозащитные, почвоулучшающие, мелиоративные функции, в значительной мере регулируют стоки, предотвращают образование снежных лавин и селевых потоков. Ольха серая обладает рядом существенных лесоводственных преимуществ. Сеянцы серой ольхи выдерживают прямые солнечные лучи и морозы; у них наблюдается лишь небольшое количество вредителей и болезней. После рубки новое поколение ольхи появляется как из корневых отпрысков, так и из поросли, благодаря чему не требуется искусственное лесовосстановление сплошных вырубок.

Ольха является одной из ведущих древесных пород, обладающих способностью к азотфиксации (Судницына, 2009; Романов, 2011), в связи с чем играет существенную роль в развитии растительных сукцессий (Crocker, Dickson, 1957; Hurd, 1971). Благодаря этой особенности она успешно применяется для облесения отвалов и при создании лесных культур (Банаев, 2010).

С учетом фитомелиоративных свойств ольхи серой предполагается, что в условиях потепления климата для ее разведения могут быть пригодны почвы лесотундры. Поглощая азот и углекислый газ из атмосферы, ольха серая постепенно улучшает состояние почв лесотундры и сформирует насаждения, способные дать возможность для последующего произрастания березняков и осинников, а в дальнейшем и ельников (Потенциал..., 2021). Благодаря своей способности к симбиотической азотфиксации ольха серая способна

покрывать значительную часть своей годовой потребности в азоте за счет азота из атмосферы (Aosaar et al., 2012) и при выращивании совместно с другими породами оказывает благотворное влияние на формирование у них микоризы (Gaitnieks et al., 2000).

Цель, методика и объекты исследования

Цель наших исследований – получение фактических данных о структуре биомассы ольхи серой, произрастающей в условиях северной тайги Архангельской области, разработка моделей возрастной динамики ее фракций на уровне древостоев и сравнительный анализ полученных результатов с данными о продуктивности ольхи серой в других регионах.

Сбор полевого материала проводился с июня по сентябрь в 2020 и 2021 гг. на территории лесничеств Архангельской области в Приморском, Красноборском и Каргопольском районах (61,5–64,9° с. ш., 38,9–45,9° в. д.). Подбирались чистые древостои или с примесью (до 30 %) других пород. Было заложено 40 пробных площадей в возрастном диапазоне от 20 до 77 лет. Пробные площади закладывали в соответствии с ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустойчивые».

По данным перечета деревьев всех пород на каждой пробной площади по ступеням толщины рассчитаны основные таксационные показатели древостоев, а также запасы биомассы на 1 га с использованием имеющихся аллометрических моделей для ольхи серой (Биомасса..., 2023) и ивы древовидной (Биомасса..., 2022) Архангельской области. Для остальных пород использованы аллометрические модели, опубликованные для лесов Урала (Усольцев и др., 2022). Полная характеристика полученных данных о фракционном составе биомассы на 40 пробных площадях ольхи серой дана в табл. 1.

При моделировании возрастной динамики биомассы ольхи серой за основу взята методика построения аналогичной модели и таблицы возрастной динамики биомассы ивы в Архангельской области как рекурсивной системы связанных

регрессионных уравнений (Возрастная динамика..., 2023). Названная система имеет общий вид

$$\begin{aligned} \ln D \text{ и } \ln H &= a_0 + a_1 (\ln A) - a_2 (\ln A)^2 \rightarrow \\ \rightarrow \ln N &= a_0 + a_1 (\ln A) - a_2 (\ln A)^2 - a_3 (\ln D) \rightarrow \\ \rightarrow \ln M &= a_0 + a_1 (\ln A) - a_2 (\ln A)^2 + a_3 (\ln D) + a_4 (\ln N) \rightarrow \\ \rightarrow \ln Ps &= a_0 + a_1 (\ln A) - a_2 (\ln A)^2 + a_3 (\ln D) + a_4 (\ln N) \rightarrow \\ \rightarrow \ln Pbk &= a_0 - a_1 (\ln D) + a_2 (\ln Ps) \rightarrow \\ \rightarrow \ln Pb, \ln Pf, \ln Pr, \ln Pa \text{ и } \ln Pt &= \\ &= a_0 + a_1 (\ln A) - a_2 (\ln A)^2 + a_3 (\ln D) + a_4 (\ln N). \quad (1) \end{aligned}$$

В предыдущей публикации, посвященной моделированию возрастной динамики биомассы ивняков Архангельской области, возрастной диапазон был небольшим, от 15 до 40 лет, вследствие чего связь анализируемых показателей с возрастом в логарифмированном виде, представленная аллометрической функцией, имела линейный вид. В анализируемом варианте с биомассой ольхи возрастной диапазон существенно шире – от 20 до 77 лет. Поскольку предельный возраст ольхи серой обычно 50–60 лет, то в последние десятилетия рост ольшаников по всем показателям начинает замедляться (Ткаченко и др., 1939). Соответственно, возрастные закономерности анализируемых показателей начинают выходить на плато и зависимости в логарифмированном виде приобретают нелинейный вид. Эта нелинейность описывается путем включения в модели в качестве независимых переменных не только члена $(\ln A)$, но также $(\ln A)^2$, т. е. описывается логарифмированным полиномом второго порядка, или функцией Корсуна – Бакмана (Korsun, 1935; Backman, 1938).

Результаты и их обсуждение

Результаты расчета системы моделей (1) сведены в табл. 2. Независимые переменные в моделях (1) объясняют от 63,5 до 99,8 % изменчивости соответствующих зависимых переменных (см. табл. 2). О степени адекватности системы моделей (1) можно также судить по соотношению эмпирических и расчетных значений надземной и общей биомассы древостоев, которое показывает достаточно высокую адекватность модели и наличие равномерной остаточной дисперсии (рисунок).

Таблица 1
Table 1

Фактические данные о биомассе древостоев ольхи серой, заложённых на 40 пробных площадях Архангельской области
Empirical data on the biomass of gray alder stands established on 40 sample plots of the Arkhangelsk region

№ ПП	Состав Species composition	A	N	D	H	M	Биомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га Biomass in dry condition, t per ha						
							Ps	Pbk	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt
1	9Ол1Ив, ед Б, Чер	20	4675	11,4	14,4	293,4	121,5	18,6	19,6	3,0	142,9	25,2	168,1
2	9Ол1Ив, ед Е	23	2525	12,0	15,3	195,3	82,6	12,2	12,4	2,0	95,7	14,8	110,5
3	7Ол2Ив1Ос, ед Е, Б	24	4825	7,5	11,8	121,9	51,2	8,3	8,4	1,6	60,7	11,7	72,4
4	10Ол, ед С, Б, Ив	25	3625	9,0	9,4	139,8	58,6	9,5	9,0	1,6	68,6	10,4	79,0
5	8Ол2Ив, ед Е, Б, Ос	25	5200	7,3	9,2	121,7	50,5	8,5	8,3	1,6	60,1	11,0	71,1
6	9Ол1Ив, ед Е, Ряб	25	5350	10,7	13,9	311,8	129,4	19,6	20,9	3,4	151,8	25,8	177,6
7	7Ол3Ив	25	8100	6,7	9,1	166,3	68,6	11,0	11,4	1,9	81,3	15,6	96,9
8	8Ол2Ив, ед Е	26	3825	11,6	12,6	269,2	112,8	16,9	17,7	2,9	131,8	22,4	154,1
9	7Ол3Ив	26	6325	6,6	8,6	120,6	50,2	8,3	8,0	1,4	59,3	10,8	70,1
10	10Ол, ед Ив	26	4200	9,1	10,0	161,5	67,0	11,0	10,3	1,8	78,6	11,6	90,2
11	10Ол, ед Б, Ив	27	4825	9,0	13,5	186,1	77,9	12,5	11,7	2,0	90,8	13,3	104,2
12	8Ол2Ив, ед Б	28	4400	7,6	11,1	118,8	49,4	7,8	7,9	1,3	58,0	10,5	68,5
13	10Ол, ед Ив	28	5375	8,3	14,6	176,3	73,6	12,0	11,1	1,9	85,9	12,1	98,0
14	8Ол2Ив, ед Б, Ос	29	5700	8,2	11,7	181,1	75,2	11,9	12,2	2,0	88,7	16,5	105,3
15	9Ол1Ив	29	6975	8,4	12,6	240,2	100,3	15,8	15,4	2,6	117,2	18,3	135,5
16	9Ол1Ив, ед Б	29	4875	9,6	12,9	224,8	94,4	14,4	14,5	2,3	110,0	18,4	128,4
17	10Ол, ед Б, Ив	29	6375	7,2	13,1	148,2	61,3	10,4	9,4	1,7	72,0	10,1	82,1
18	8Ол1Ив1Ос, ед Б	29	5250	9,0	12,5	205,9	87,3	13,8	14,1	2,5	103,2	18,6	121,8
19	9Ол1Ив, ед Б, Ос	30	6175	8,0	12,1	186,7	77,3	12,4	12,3	2,1	91,0	15,3	106,4
20	8Ол2Ив, ед Ос	30	2825	10,8	13,1	177,9	74,1	10,7	12,2	1,7	86,8	16,4	103,3
21	7Ол2Ив1Ос, ед Е, Б	30	3750	11,9	15,3	279,4	121,4	18,4	19,9	3,7	143,3	25,7	168,9
22	7Ол2Ив1Б, ед Е, Ос	30	5075	13,1	16,8	501,9	211,1	30,9	38,5	12,1	257,5	44,5	302,0

Окончание табл. 1
The end of table 1

№ ПП	Состав Species composition	A	N	D	H	M	Биомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га Biomass in dry condition, t per ha						
							Ps	Pbk	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt
23	8Ол2Ив	32	5275	10,0	14,4	272,5	112,2	16,8	18,7	2,7	132,2	24,4	156,6
24	7Ол3Ив, ед Б	32	4450	11,0	13,5	287,5	121,6	17,3	20,6	2,9	143,2	30,9	174,2
25	8Ол1Ив1Ос, ед Е, Б	33	2650	14,3	18,5	316,3	150,6	21,9	23,5	4,1	175,6	30,2	205,8
26	9Ол1Ив	34	5075	8,5	12,1	172,9	72,1	11,7	11,1	1,9	84,5	13,2	97,7
27	8Ол1Е1Б, ед С, Ос, Ив, Ряб, Чер	35	3275	15,2	15,3	441,1	186,7	27,0	29,4	6,8	219,2	32,5	251,7
28	9Ол1Е ед Б, Ос, Ив	35	4650	13,8	14,8	505,1	215,1	31,5	34,4	8,3	253,7	37,8	291,4
29	10Ол, ед С, Ив	35	2325	17,4	16,9	453,4	194,6	25,3	28,7	3,6	222,0	36,9	258,9
30	8Ол2Ив, ед С, Е, Ос	36	1925	17,1	18,8	357,2	153,6	20,3	25,1	3,5	178,5	34,0	212,4
31	7Ол3Ив, ед Б	38	4825	11,8	14,5	380,3	155,1	21,3	27,8	3,5	183,5	39,8	223,3
32	10Ол, ед Е, Б, Ос, Ив	38	3725	15,6	20,1	543,0	248,7	35,3	37,7	7,0	288,5	46,3	334,8
33	9Ол1Ив, ед Е	40	3275	13,6	16,0	339,3	143,4	20,8	21,9	3,7	166,5	26,3	192,8
34	7Ол2Ив1Ос, ед Е, Б	40	3225	12,8	15,4	304,8	130,5	19,3	25,0	7,3	160,2	29,4	189,7
35	7Ол1Е1Б1Ив	45	1525	22,0	24,7	517,2	294,0	38,8	48,9	8,5	342,4	64,5	407,0
36	7Ол2Ив1Ос, ед Е	48	1750	21,4	20,6	574,0	250,1	31,4	42,2	6,8	292,6	54,1	346,6
37	9Ол1Е ед Б, Ос	48	3475	16,7	16,6	588,4	255,2	35,4	37,8	6,7	294,2	44,5	338,7
38	7Ол1Б1Ив1Чер, ед Е	50	5225	13,7	15,6	569,8	247,2	34,8	40,7	7,5	290,7	53,6	344,2
39	8Ол2Е, ед Б, Ряб, Чер	51	3875	14,6	17,8	483,1	202,9	29,6	33,6	8,9	241,1	35,7	276,9
40	9Ол1Е, ед С, Ив	77	1750	21,9	23,6	565,6	242,4	30,9	36,8	5,5	278,0	46,2	324,2

Примечание. A – возраст древостоя, лет; D – средний диаметр древостоя, см; H – средняя высота древостоя, м; N – число деревьев на 1 га; Ps – биомасса ствола в коре, т/га; M – запас ствольной древесины в коре, м³/га; Pс, Pbk, Pb, Pf, Pr, Pa и Pt – биомасса соответственно ствола в коре, коры ствола, ветвей, листьев, корней, надземная и общая, т/га.

Note. A – is the age of the stand, years; D – is the average diameter of the stand, cm; H – is the average height of the stand, m; N – is the number of trees per 1 ha; M – is the volume stock of stem over bark, m³/ha; Pс, Pbk, Pb, Pf, Pr, Pa and Pt – are the biomass of the stem over bark, stem bark, branches, foliage, roots, aboveground and total, t/ha, respectively.

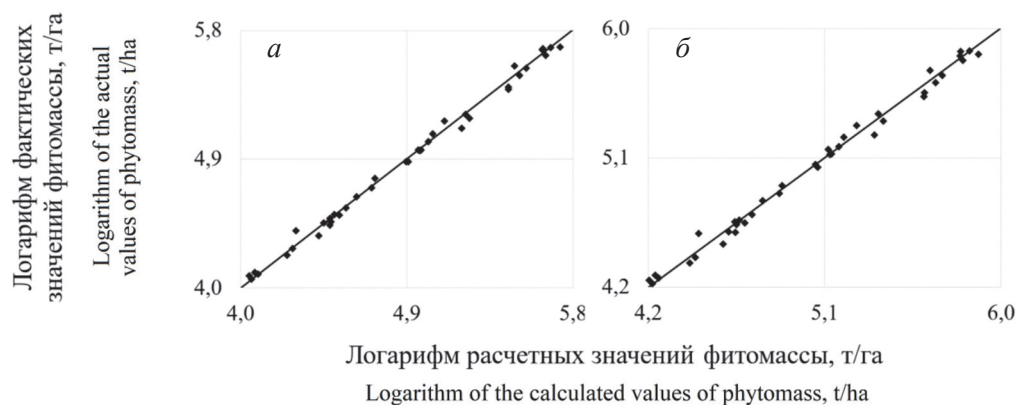
Таблица 2
Table 2

Характеристика рекурсивной системы моделей (1)
Characteristics of recursive models (1)

Зависимая переменная Dependent variable	Коэффициенты Coefficients						adjR ² *	SE*
	a ₀	a ₁ (ln A)	a ₂ (ln A) ²	a ₃ (ln D)	a ₄ (ln N)	a ₅ (ln Ps)		
ln D	-10,1938	5,9708	-0,6710	-	-	-	0,655	0,20
ln H	-7,6106	4,9460	-0,5716	-	-	-	0,635	0,15
ln N	1,0660	5,3192	-0,6760	-1,2525	-	-	0,724	0,21
ln M	-9,8736	0,8269	-0,1074	2,3492	0,9903	-	0,998	0,02
ln Ps	-11,2460	1,1064	-0,1480	2,3984	0,9802	-	0,996	0,03
ln Pbk	-1,3626	-	-	-0,2146	-	0,9960	0,996	0,03
ln Pb	-14,8893	1,9597	-0,2625	2,4108	1,054	-	0,982	0,07
ln Pf	-18,6781	2,4648	-0,3190	2,4701	1,1035	-	0,918	0,16
ln Pr	-13,8026	2,2388	-0,3001	2,2987	0,8730	-	0,930	0,14
ln Pa	-11,8142	1,8235	-0,2432	2,3484	0,9221	-	0,990	0,05
ln Pt	-11,7161	1,8975	-0,2533	2,3408	0,9153	-	0,987	0,06

* adjR² – коэффициент детерминации, скорректированный на число переменных; SE – стандартная ошибка уравнения; n – число наблюдений. В свободный член введена поправка на логарифмирование (Baskerville, 1972).

* adjR² – the coefficient of determination adjusted for the number of variables; SE – the standard error of the equation; n – is the number of observations. An amendment to logarithm was introduced into the free term (Baskerville, 1972).



Соотношение фактических и расчетных значений надземной (а) и общей (б) биомассы сероольшаников Архангельской области
The ratio of empirical and calculated values of aboveground (a) and total (b) willow biomass of the Arkhangelsk region

Последовательным табулированием системы моделей (1) (в направлении, показанном стрелками), представленных в табл. 2, мы получили таблицу возрастной динамики таксационных показателей и фракций биомассы ольхи серой в возрастном диапазоне от 20 до 80 лет (табл. 3).

Одной из задач исследования было сравнение полученных результатов с данными из других ре-

гионов. Насколько нам известно, единственные пригодные для такого сравнения данные биомассы ольхи серой опубликованы для условий южной тайги в возрасте древостоев от 3 до 50 лет в количестве 23 пробных площадей (Гульбе, 1986, 1988; Гульбе и др., 2008). Это древостои естественного происхождения, возникшие в основном на залежи, чистые или с примесью (до 10–20 %)

других пород. Средний возраст 16 лет, т. е. вдвое меньше среднего возраста сероольшаников в северной тайге. Для сопоставления биомассы сероольшаников двух подзон необходимо привести их к сопоставимому виду и сравнивать при условии равенства средних возрастов. С этой целью применен расчет модели (1) как для северной, так и для южной тайги с введением в модель (1) бинарной переменной X , равной 0 для древостоев северной тайги и 1 для древостоев южной

тайги. Коэффициенты детерминации «сводных» моделей оказались практически такими же, как в модели (1) для сероольшаников северной тайги (см. табл. 2). Путем последовательного табулирования полученных моделей по задаваемому возрасту при $X=0$ и $X=1$ получили таблицы возрастной динамики таксационных показателей и биомассы сероольшаников для двух подзон. Результаты их сравнения при одном и том же возрасте (принят 40 лет) приведены в табл. 4.

Таблица 3
Table 3

Возрастная динамика биомассы древостоев ольхи серой Архангельской области
Age dynamics of gray alder stands biomass in the Arkhangelsk region

A , лет A , years	D , см D , sm	H , м H , m	N , экз./га N , trees/ha	M , м ³ /га M , m ³ /ha	Биомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га* Biomass in dry condition, t per ha*						
					P_s	P_{bk}	P_b	P_f	P_a	P_r	P_t
20	5,3	8,0	6911	75,3	30,4	5,4	7,2	0,8	38,4	5,9	44,2
30	10,5	13,5	4411	252,6	106,8	16,2	25,9	3,0	135,7	21,6	157,3
40	14,9	17,4	3315	440,4	189,6	26,6	45,7	5,4	240,7	38,8	279,5
50	18,1	19,9	2706	569,9	246,6	33,2	58,5	7,1	312,2	50,3	362,5
60	20,2	21,3	2320	628,7	271,7	35,7	63,1	7,7	342,4	54,8	397,3
70	21,4	21,9	2055	631,3	271,4	35,2	61,5	7,5	340,5	54,0	394,5
80	21,9	21,9	1862	597,6	255,1	32,9	56,4	6,9	318,3	50,0	368,3

* Значение надземной биомассы P_a получено сложением расчетных значений биомассы ствола в коре, ветвей и листвы, а значение общей биомассы P_t – сложением значений P_a и P_r .

* The value of the aboveground biomass of P_a is obtained by adding the calculated values of the biomass of the stem over the bark, branches and foliage, and the value of the total biomass of P_t is obtained by adding the values of P_a and P_r .

Таблица 4
Table 4

Различие показателей между южной и северной тайгой
The difference in indicators between the southern and northern taiga

D , см D , cm	H , м H , m	N , экз./га N , trees/ha	M , м ³ /га M , m ³ /ha	Биомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га Biomass in dry condition, t per ha							
				P_s	P_{bk}	P_b	P_f	P_a	P_r	P_t	
Северная тайга (данные авторов) Northern taiga (authors' data)											
13,8	16,2	3211	363,4	155,5	22,0	24,5	4,1	183,2	30,9	213,4	
Южная тайга (Гульбе, 1986, 1988; Гульбе и др., 2008) Southern taiga (Gulbe, 1986, 1988; Gulbe et al., 2008)											
16,7	18,5	2004	403,9	157,1	14,5	16,5	3,7	176,6	18,6	211,9	
Различие показателей между южной и северной тайгой The difference in indicators between the southern and northern taiga											
2,9	2,3	-1207	40,5	1,6	-7,5	-8,0	-0,4	-6,6	-12,3	-1,5	
Достоверность различия (t) между данными двух подзон The validity of the difference (t) between the data of the two subzones											
2,4	2,0	2,3	2,5	1,0	12,2	7,3	1,1	0,4	4,6	0,3	

Согласно табл. 4 в возрасте 40 лет сероольшаники южной тайги имеют средние диаметры ствола, средние высоты и запасы большие, а густоты, напротив, меньшие по сравнению с таковыми древостоев северной тайги, и эти различия статистически достоверны. Меньшие биомассы ветвей и листвы в южной тайге обусловили и меньшие значения надземной биомассы, а меньшие значения биомассы корней обусловили и меньшую общую биомассу древостоев в южной тайге. Таким образом, при больших значениях среднего диаметра ствола и средней высоты древостои южной тайги имеют соответственно и большие запасы, чем в северной тайге. Но вследствие специфики структуры массы крон и корней ольшаники южной тайги характеризуются меньшими значениями как надземной, так и общей биомассы. Правда, на статистически значимом уровне это не подтверждается.

Заключение

Таким образом, по данным перечета деревьев по полному породному составу и ступеням толщины на 40 пробных площадях в возрастном

диапазоне от 20 до 77 лет с использованием аллометрических моделей подеревной биомассы ольшаников составлена таблица возрастной динамики таксационных показателей и фракционного состава биомассы ольхи серой подзоны северной тайги в диапазоне возрастов от 20 до 80 лет. Построенные модели таксационных показателей и фракций биомассы, связанные между собой по рекурсивному принципу, объясняют от 63,5 до 99,8 % изменчивости соответствующих зависимых переменных. Сравнение полученных результатов с таковыми сероольшаников южной тайги показало, что при больших значениях среднего диаметра ствола и средней высоты древостои южной тайги имеют соответственно и большие запасы, чем в северной тайге. Но вследствие специфики структуры массы крон и корней ольшаники южной тайги характеризуются меньшими значениями как надземной, так и общей биомассы. Предложенные модели и таблицы могут быть полезны при оценке углероддепонирующей способности сероольшаников северной и южной тайги.

Список источников

- Банаев Е. В. Род *Alnus* Mill. (*Betulaceae*) в Азиатской России: популяционная структура видов и сохранение генофонда : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.01 / Банаев Евгений Викторович. Томск : ТГУ, 2010. 32 с.
- Биомасса деревьев ивы и ее аллометрические модели в условиях Архангельской области / А. А. Парамонов, В. А. Усольцев, С. В. Третьяков [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4. С. 10–19.
- Биомасса деревьев ольхи серой и ее аллометрические модели в условиях Архангельской области / А. А. Карaban, В. А. Усольцев, С. В. Третьяков [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 51–64. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.006
- Возрастная динамика биомассы ивняков Архангельской области / А. А. Парамонов, В. А. Усольцев, С. В. Третьяков [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 1. С. 19–29.
- Гульбе Я. И. Биологическая продуктивность и вертикально-фракционная структура сероольшаников неморально-кисличной группы типов // Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах. М. : Наука, 1986. С. 51–76.
- Гульбе Я. И. Фракционная структура фитомассы и годичной продукции древостоев и деревьев серой ольхи // Анализ продукционной структуры древостоев. М. : Наука, 1988. С. 85–103.
- Гульбе А. Я., Гульбе Я. И., Гульбе Т. А. Надземная фитомасса и годичная продукция древостоев ольхи серой на брошенной пашне в подзоне южной тайги (Ярославская область) // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск : БГИТА, 2008. Вып. 21. С. 25–29.
- Леса России и изменение климата / П. Лескинен, М. Линднер, П. Й. Веркерк [и др.] (ред.) // Что нам может сказать наука. Европейский институт леса. 2020. № 11. 140 с.

- Потенциал фитомелиоративных свойств сероольшаников сухопутной территории Арктики для лесоразведения в лесотундре / А. В. Давыдов, С. В. Третьяков, С. В. Контев [и др.] // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока : матер. Всерос. науч. конф. / отв. ред. А. Ю. Алексеенко. Хабаровск : ДальНИИЛХ, 2021. С. 120–125.
- Романов Г. Г. Симбиотическая азотфиксация ольхи серой в условиях средней подзоны тайги // ИВУЗ. Лесной журнал. 2011. № 3. С. 39–44.
- Судницына Т. Н. Влияние ольхи серой на азотное питание, освещенность и рост ели европейской в культурах // Лесоведение. 2009. № 1. С. 18–24.
- Ткаченко М. Е., Асосков А. И., Синев В. Н. Общее лесоводство. Л. : Гослестехиздат, 1939. 746 с.
- 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.
- Aosaar J., Varik M., Uri V. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review // Biomass and Bioenergy. 2012. Vol. 45. P. 11–26.
- Backman G. Drei Wachstumsfunktionen (Verhulst's, Gompertz', Backman's) // Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. 1938. № 138. P. 37–58.
- Baskerville G. L. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass // Canadian Journal of Forest Research. 1972. Vol. 2. P. 49–53.
- Contribution of the land sector to a 1,5°C world / S. Roe, C. Streck, M. Obersteiner [et al.] // Nature Climate Change. 2019. Vol. 9. P. 817–828.
- Crocker R. L., Dickson B. A. Soil development on the recessional moraines of the Herbert and Mendenhall glaciers, southeastern Alaska // Journal of Ecology. 1957. Vol. 45. P. 169–185.
- Daugavietis M., Daugaviete M., Bisenieks J. Management of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) stands in Latvia // Proceedings of 8th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia, May 28–29, 2009. L. Malinovska et al. (eds.). Latvian University of Agriculture, Jelgava, Latvia, 2009. P. 229–234.
- Development of Norway spruce mycorrhiza in mixed Norway spruce and grey alder stands infected by *Heterobasidion annosum* / T. Gaitnieks, I. Liepa, B. Rokjānis [et al.] // Forest. Stud. (Tartu). 2000. Vol. 34. P. 44–51.
- Hurd R. M. Annual tree-litter production by successional forest stands, Juneau, Alaska // Ecology. 1971. Vol. 52. P. 881–884.
- Korsun F. Život normalniho porosru ve vzorcich // Lesnická práce. 1935. Vol. 14. P. 289–300.
- Productivity, buffering capacity and resources of grey alder forests in Estonia / K. Lohmus, U. Mander, H. Tullus [et al.] // Short rotation willow coppice for renewable energy and improved environment. K. Perttu and A. Koppel (eds). Swedish University of Agricultural Sciences: Uppsala, Sweden, 1996. P. 95–105.
- Tuskan G. A., Walsh M. E. Short-rotation woody crop systems, atmospheric carbon dioxide and carbon management : A U.S. case study // The Forestry Chronicle. 2001. Vol. 77. № 2. P. 259–264.

References

- Aosaar J., Varik M., Uri V. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review // Biomass and Bioenergy. 2012. Vol. 45. P. 11–26.
- Backman G. Drei Wachstumsfunktionen (Verhulst's, Gompertz', Backman's) // Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. 1938. № 138. P. 37–58.
- Baskerville G. L. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass // Canadian Journal of Forest Research. 1972. Vol. 2. P. 49–53.

- Biomass of gray alder trees and its allometric models in the conditions of the Arkhangelsk region / *A. A. Karaban, V. A. Usoltsev, S. V. Tretyakov* [et al.] // *Forests of Russia and the economy in them*. 2023. № 3. № 3 (86). P. 51–64. DOI : 10.51318/FRET.2023.3.86.006. (In Russ.)
- Contribution of the land sector to a 1,5°C world / *S. Roe, C. Streck, M. Obersteiner* [et al.] // *Nature Climate Change*. 2019. Vol. 9. P. 817–828.
- Crocker R. L., Dickson B. A.* Soil development on the recessional moraines of the Herbert and Mendenhall glaciers, southeastern Alaska // *Journal of Ecology*. 1957. Vol. 45. P. 169–185.
- Daugavietis M., Daugaviete M., Bisenieks J.* Management of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) stands in Latvia // *Proceedings of 8th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development*. Jelgava, Latvia, May 28–29, 2009. L. Malinovska et al. (eds.). Latvian University of Agriculture, Jelgava, Latvia, 2009. P. 229–234.
- Development of Norway spruce mycorrhiza in mixed Norway spruce and grey alder stands infected by *Heterobasidion annosum* / *T. Gaitnieks, I. Liepa, B. Rokjānis* [et al.] // *Forest. Stud. (Tartu)*. 2000. Vol. 34. P. 44–51.
- Gulbe A. Ya., Gulbe Ya. I., Gulbe T. A.* Aboveground biomass and annual production of stands of gray alder on abandoned arable land in the subzone of the southern taiga (Yaroslavl region) // *Actual problems of the forest complex*. Issue 21. Bryansk : BGITA, 2008. P. 25–29. (In Russ.)
- Gulbe Ya. I.* Biological productivity and the vertical-fractional structure of gray alder in the nemoralno-acidic group of types // *Vertical-fractional distribution of biomass in forests*. M. : Nauka, 1986. P. 51–76. (In Russ.)
- Gulbe Ya. I.* Structure of biomass components and annual production of stands and trees of gray alder // *Analysis of the production structure of stands*. M. : Nauka, 1988. P. 85–103. (In Russ.)
- Forests of Russia and climate change* / *P. Leskinen, M. Lindner, P. J. Verkerk* [et al.] (eds.) // *What science can tell us*. European Forest Institute, 2020. № 11. 140 p.
- Hurd R. M.* Annual tree-litter production by successional forest stands, Juneau, Alaska // *Ecology*. 1971. Vol. 52. P. 881–884.
- Korsun F.* Zivot normalniho porosru ve vzorcich // *Lesnická práce*. 1935. Vol. 14. P. 289–300.
- Productivity, buffering capacity and resources of grey alder forests in Estonia / *K. Lohmus, U. Mander, H. Tullus* [et al.] // *Short rotation willow coppice for renewable energy and improved environment*. K. Perttu and A. Koppel (eds). Swedish University of Agricultural Sciences: Uppsala, Sweden, 1996. P. 95–105.
- Romanov G. G.* Symbiotic nitrogen fixation of gray alder in the conditions of the middle taiga subzone // *IVUZ. Lesnoj Zhurnal*. 2011. № 3. P. 39–44. (In Russ.)
- Sudnitsyna T. N.* Influence of gray alder on nitrogen nutrition, illumination and growth of European spruce in plantations // *Lesovedenie (Forest science)*. 2009. № 1. P. 18–24. (In Russ.)
- The potential of phytomeliorative properties of gray alder of the Arctic land area for afforestation in the forest tundra / *A. V. Davydov, S. V. Tretyakov, S. V. Koptev* [et al.] // *Intensification of the use and reproduction of forests of Siberia and the Far East: materials of the All-Russian Scientific Conference* / ed. by A. Y. Alekseenko. Khabarovsk : Publishing House of the FBU “Dalniilh”, 2021. P. 120–125.
- Tkachenko M. E., Asoskov A. I., Sinev V. N.* General forestry. Leningrad : Goslestehizdat, 1939. 746 p.
- Tuskan G. A., Walsh M. E.* Short-rotation woody crop systems, atmospheric carbon dioxide and carbon management : A U.S. case study // *The Forestry Chronicle*. 2001. Vol. 77. № 2. P. 259–264.
- Usoltsev V. A., Tsepordey I. S., Noritsin D. V.* Allometric models of tree biomass of forest-forming species of the Urals // *Forests of Russia and the economy in them*. 2022. № 1. P. 4–14. (In Russ.)
- Willow tree biomass and its allometric models in the conditions of the Arkhangelsk region / *A. A. Paramonov, V. A. Usoltsev, S. V. Tretyakov* [et al.] // *Forests of Russia and economy in them*. 2022. № 4. P. 10–19. (In Russ.)

Информация об авторах

А. А. Карабан – лаборант-исследователь, аспирант,

karaban@sevniilh-arh.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2934-0303>

В. А. Усольцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Usoltsev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4587-8952>

С. В. Третьяков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

s.v.tretyakov@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

С. В. Коптев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

s.koptev@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

А. А. Парамонов – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,

a.paramonov@sevniilh-arh.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0961-221X>

И. В. Цветков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник,

i.tsvetkov@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1559-32540>

А. В. Давыдов – лаборант-исследователь, магистрант,

davydov.a@edu.narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4328-7040>

И. С. Цепордей – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,

ivan.tsepordey@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4747-5017>

Information about the authors

A. A. Karaban – laboratory researcher, post-graduate student,

karaban@sevniilh-arh.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2934-0303>

V. A. Usoltsev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Usoltsev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4587-8952>

S. V. Tretyakov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

s.v.tretyakov@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

S. V. Koptev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

s.koptev@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

A. A. Paramonov – Candidate of Agricultural Sciences, researcher,

a.paramonov@sevniilh-arh.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0961-221X>

I. V. Tsvetkov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; senior researcher,

i.tsvetkov@narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1559-32540>

A. V. Davydov, laboratory researcher, Master's student,

davydov.a@edu.narfu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4328-7040>

I. S. Tsepordey – Candidate of Agricultural Sciences, researcher,

ivan.tsepordey@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4747-5017>

Статья поступила в редакцию 28.05.2023; принята к публикации 28.07.2023.

The article was submitted 28.05.2023; accepted for publication 28.07.2023.
