Электронный архив УГЛТУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
Ботанический сад УрО РАН

№ 3 (94), 2025 г.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

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

0+

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: И. А. Панин

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

Подписано в печать 18.09.2025.
Дата выхода в свет 25.09.2025.
Формат 60×84/8. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 20,05. Усл. печ. л. 24,18.
Тираж 100 экз. (1-й завод 32 экз.).
Заказ № 8159

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», 2025

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.
Недоукомплектованный 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. Полужирное 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.

Электронный архив УГЛТУ

Содержание

Лутай С. С., Старыгин Л. А., Дауленова М. Ж., Кочегаров И. С., Залесов С. В.
Перспективность инкрустации семян органоминеральными композитами 4

Парамонов А. А., Третьяков С. В., Коптев С. В., Карабан А. А.
Таблица средних видовых чисел и видовых высот древостоев ивы древовидной и ольхи серой, произрастающих в таежной зоне северо-востока европейской части России 12

Уразов П. Н., Усольцев В. А., Уразова А. Ф., Плюха Н. И.
Морфология крон деревьев в защитных лесных полосах вдоль железной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский 22

Януш С. Ю., Данилов Д. А., Угрюмов С. А.
Зависимость товарной структуры хвойной части насаждения от типа лесорастительных условий 30

Сувик Л. А., Морозов А. Е.
К вопросу о необходимости расширения категорий защитных лесов при создании лесничеств на землях населенных пунктов 39

Крекова Я. А.
Использование интродуцентов при озеленении населенных пунктов Северного Казахстана по лесорастительным зонам 51

Суслов А. В., Корелина А. А.
Разработка рекомендаций по проектированию защитных лесов вдоль водных объектов на территории Нижнетагильского лесничества Свердловской области 59

Проскурнина И. Н., Шелухо В. П.
Влияние звездчатого ткача-пилильщика на прирост древесины сосны обыкновенной в очагах его размножения 73

Мунтяну М. И., Грязькин А. В., Беляева Н. В., Хоанг М. А., Волдаев Л. К., Комауэ Джонас
Объемы углерода в живом напочвенном покрове под пологом ельников кисличного типа леса 79

Лебедев А. В.
История и современное состояние Парка Победы города Кологрива (Костромская область) 87

Волосов И. А., Фролова Т. И.
Современные тенденции использования интродуцентов в озеленении специализированных школ-интернатов Свердловской области 100

Фарленков С. А., Аткина Л. И.
Формирование дворового пространства комплекса домов, расположенных на пересечении улиц Белинского – Фрунзе, г. Екатеринбург 108

Долматов С. Н.
Обоснование рациональной технологии производства топливной щепы в условиях реальных расстояний транспортировки сырья и готовой продукции 120

Драпалюк М. В., Коротких В. Н., Платонов А. А., Попиков В. П., Нартов П. А.
Совершенствование технологий и техники для расчистки площадей от нежелательной древесно-кустарниковой растительности 136

Левинский В. Н.
Разработка конструкции инфракрасно-вакуумной сушилки древесины с подбором технологического оборудования и системы автоматического управления 147

Шамов А. И., Яцун И. В., Шишкина С. Б.
Сравнительный анализ огнезащитных и физико-механических свойств древесины лиственных пород, обработанной и не обработанной антипиренами 159

Долматов С. Н., Смертин Н. В.
Исследование прочности и теплопроводности древесно-минерального композита, изготовленного из механоактивированного древесного сырья 170

Чернышев О. Н., Лукаш А. А., Пыкин А. А., Швачко С. Н., Максименко Д. М.
Получение отделочных композиционных материалов с волнистой ярко выраженной текстурой из древесины мягких лиственных пород 185

Юрьев Ю. Л., Гиндулин И. К., Панова Т. М., Авдюкова О. Д., Штеба Т. В.
Сравнительная оценка сорбционных свойств активных углей из различных пород древесины 193

Залесов С. В.
Николай Андреевич Дружинин. К 80-летию со дня рождения основателя научно-педагогической школы лесоводов в Вологодской области 205

Электронный архив УГЛТУ

Content

Lutay S. S., Starygin L. A., Daulenova M. Z., Kochegarov I. S., Zalesov S. V.
The prospects of seeds incrustation with organomineral composites 5

Paramonov A. A., Tretyakov S. V., Koptev S. V., Karaban A.
The table of average species numbers and species heights of tree willow and grey alder forest stands growing in the taiga zone of the north-east of European part of Russia 13

Urazov P. N., Usoltsev V. A., Urazova A. F., Plyukha N. I.
Morphology of tree crowns in protective forest belts along Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky railway 23

Yanush S. Yu., Danilov D. A., Ugryumov S. A.
Dependence of the commodity structure of the coniferous part of the plantation on the type of forest conditions 31

Suvik L. A., Morozov A. E.
To the issue of the need to expand the categories of protective forests when creating forest districts on the lands of settlements 40

Krekova Y. A.
Use of introduced species in landscaping of settlements of Northern Kazakhstan by forest-vegetation zones 52

Suslov A. V., Korelina A. A.
Development of recommendations for designing protective forests along water bodies in the territory of the Nizhny Tagil forestry of the Sverdlovsk region 60

Proskurnina I. N., Shelukho V. P.
The influence of the stellate sawfly-weaver on the growth of Scots pine wood in its breeding grounds 74

Munteanu M. I., Gryazkin A. V., Belyaeva N. V., Hoang M. A., Voldaev L. K., Komaue D.
Carbon volumes in living ground cover under the canopy of oxalis spruce forest type 80

Lebedev A. V.
History and current state of the Victory Park of the Kologriv (Kostroma region) 88

Volosov I. A., Frolova T. I.
Modern trends in the use of introducents in the landscaping of specialized boarding schools in the Sverdlovsk region 100

Pharlenkov S. A., Atkina L. I.
Formation of courtyard space of the complex of houses located at the intersection of Belinskogo – Frunze Streets, Yekaterinburg 108

Dolmatov S. N.
Justification of rational technology of fuel chips production under conditions of real distances of transportation of raw materials and finished products 121

Drapalyuk M. V., Korotkikh V. N., Platonov A. A., Popikov V. P., Nartov P. A.
Improvement of technologies and equipment for clearing areas of unwanted tree and shrub vegetation 137

Levinsky V. N.
Design development of an infrared vacuum wood dryer with the selection of technological equipment and an automatic control system 148

Shamov A. I., Yatsun I. V., Shishkina S. B.
Comparative analysis of flame-retardant and physico-mechanical properties of hardwood treated and untreated with flame retardants 160

Dolmatov S. N., Smertin N. V.
Research of strength and thermal conductivity of wood-mineral composite made from mechanically activated wood raw material 171

Chernyshev O. N., Lukash A. A., Pykin A. A., Shvachko S. N., Maksimenko D. M.
Production of finishing composite materials with a wavy pronounced texture from soft hardwood 186

Yuryev Yu. L., Hindulin I. K., Panova T. M., Avdyukova O. D., Shteba T. V.
Comparative evaluation of adsorption properties of active carbons from different wood species 194

Zalesov S. V.
Nikolay Andreevich Druzhinin. On the 80th anniversary of the birth of the founder of the scientific and pedagogical school of foresters in the Vologda region 205

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 4–11.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 4–11.

Научная статья
УДК 630*232.31
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.001

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ КОМПОЗИТАМИ

С. С. Лутай[1], Л. А. Старыгин[2], М. Ж. Дауленова[3], И. С. Кочегаров[4], С. В. Залесов[5]

[1–5] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Лутай, sslutai@mail.ru

Аннотация. Увеличение площадей искусственного и естественного лесовосстановления и лесоразведения обусловливает необходимость в выращивании большого количества стандартного посадочного материала наиболее ценных древесных видов. Основной способ размножения хвойных видов – семенной. Однако нередко семена характеризуются низкой всхожестью, а также долгое время не выходят из состояния покоя, даже при создании оптимальных условий для прорастания, что увеличивает период выращивания сеянцев. Картина усугубляется периодичностью семенных лет, что создает опасность недостатка семян для выращивания посадочного материала и лесных культур посевом. В целях минимизации недостатка семян применяются способы стимулирования их прорастания, а также создания для каждого семени дополнительного запаса питательных веществ, что особенно важно при создании лесных культур. Нами предпринята попытка анализа влияния инкрустации (дражирования) семян рода ель (*Picea* Dietr.) на всхожесть и энергию их прорастания. Установлено, что проведение инкрустации семян органоминеральным композитом позволяет сократить расход семян на 6–12 % при выращивании одинакового количества посадочного материала. Кроме того, инкрустация обеспечивает сокращение периода прорастания семян на 2–3 недели, что особенно важно при выращивании нескольких ротаций сеянцев с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: посадочный материал, семена, всхожесть, энергия прорастания, ель обыкновенная, ель восточная, ель сибирская

Для цитирования: Перспективность инкрустации семян органоминеральными композитами / С. С. Лутай, Л. А. Старыгин, М. Ж. Дауленова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 4–11.

© Лутай С. С., Старыгин Л. А., Дауленова М. Ж., Кочегаров И. С., Залесов С. В., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

THE PROSPECTS OF SEEDS INCRUSTATION WITH ORGANOMINERAL COMPOSITES

Sergey S. Lutay[1], Lev A. Starygin[2], Meprzhan Z. Daulenova[3], Igor S. Kochegarov[4], Sergey V. Zalesov[5]

[1–5] Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Sergey S. Lutay,
sslutai@mail.ru

Abstract. The increase in the areas of artificial and natural reforestation and afforestation necessitates the cultivation of a large amount of standard planting material of the most valuable tree species. The main method of reproduction of coniferous species is seed. However, seeds are often characterized by low germination, and they do not leave the dormant state for a long time, even when optimal conditions for germination are created, which increases the period of growing seedlings. The situation is aggravated by the periodicity of seed years, which creates the risk of a shortage of seeds for growing planting material and forest crops by sowing. In order to minimize the shortage of seeds, methods are used to stimulate their germination, as well as to create an additional supply of nutrients for each seed, which is especially important when creating forest crops. We have attempted to analyze the effect of incrustation (coating) of seeds of the genus Spruce (*Picea* Dietr.) on their germination capacity and energy. It has been established that incrustation of seeds with an organomineral composite allows to reduce seed consumption by 6–12 % when growing the same amount of planting material. In addition, incrustation ensures a reduction in the seed germination period by 2–3 weeks, which is especially important when growing several rotations of seedlings with a closed root system.

Keywords: planting material, seeds, germination capacity, germination energy, Norway spruce, Oriental spruce, Siberian spruce

For citation: The prospects of seeds incrustation with organomineral composites / S. S. Lutay, L. A. Starygin, M. Z. Daulenova [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 4–11.

Введение

Увеличение площади искусственного лесовосстановления и лесоразведения вызывает рост потребности в качественном посадочном материале. При выращивании последнего необходимо учитывать, что семя – это очень сложная живая система. Не случайно качество семян в значительной степени определяет последующую жизнедеятельность развивающихся из них растений и в конечном счете именно от него зависит выход стандартного посадочного материала или жизнеспособность формирующегося подроста при посеве семян на лесокультурную площадь.

Прорастание семян – наиболее важный и сложный процесс. Он характеризуется интенсивным обменом веществ. Запасенные растением в семенах питательные вещества претерпевают значительные изменения, превращаются в жизненно необходимые соединения, обеспечивающие рост зародыша и прежде всего первичного корешка. Однако семена нередко находятся в состоянии покоя и не реагируют даже на создание оптимальных для их прорастания экологических условий. Кроме того, всхожесть семян существенно варьируется по времени. При этом задержка в прорастании части семян приводит к увеличению периода выращивания стандартного посадочного материала, что особенно важно при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС).

Электронный архив УГЛТУ

В лесном хозяйстве повышенный интерес вызывает выращивание посадочного материала хвойных видов. Поэтому учеными разрабатываются способы увеличения всхожести и энергии прорастания семян путем использования различных видов стимуляторов как синтетического, так и растительного происхождения (Кульнев, Соколова, 1997; Лутай, Воробьев, 2013; Применение…, 2017; Воробьев и др., 2019; Егорова, 2019; Острошенко В. Ю., Острошенко Л. Ю., 2020). Кроме того, совершенствуются технологии выращивания посадочного материала (Опыт…, 2017; Рекультивация…, 2018; Рахимжанов, Залесов, 2019).

Экспериментально доказано, что в результате обработки семян биологически активными веществами (БАВ), в том числе стимуляторами роста, происходит активизация биологических процессов, повышается активность фитогормонов, активизируется синтез ДНК и РНК, деятельность ферментов, что приводит к стимуляции деления, роста и дифференциации клеток, т. е. процессов, лежащих в основе морфогенеза (Меледина, 1996).

В настоящее время разработано много стимуляторов роста для растений, но не все они дают хорошие результаты (Development…, 2014). Особо следует отметить, что большинство БАВ в низких и очень низких концентрациях играют роль стимуляторов роста, способствуют повышению иммунитета. В высоких концентрациях те же препараты оказывают действие, угнетающее физиологические процессы в растении (Смирнов, 1997; Alipina et al., 2014).

Выпускаемые на современном уровне препараты для предпосевной обработки семян содержат пленкообразующие компоненты, что обеспечивает хорошую прилипаемость препарата к семенам, при этом происходит инкрустация семян – покрытие их пленкой, закрывающей доступ почвенным микроорганизмам к семенам в местах повреждения защитной оболочки. Инкрустация – это гарантирующий фактор повышения защищенности семян от возбудителей бактериальных, грибных и вирусных заболеваний, имеющихся в почве, на семенах или внутри них, от вредителей, находящихся в почвенном субстрате, а также обеспечивающий стимулирование ростовых процессов.

Цель, объекты и методика исследований

Цель работы – установление влияния инкрустации семян рода ель (*Picea* Dictr.) на всхожесть и энергию их прорастания.

Объектом исследований служили семена первого класса качества ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.), ели восточной (*P. orientalis* (L.) peterm.), ели сибирской (*P. obovate* Ledeb.). У всех трех видов ели отбирались по сто семян с разделением на две части. Пятьдесят семян использовались для инкрустации, а другие 50 служили контролем.

Инкрустация семян производилась нанобиокомпозитом (органоминеральным композитом). Исходным сырьем для получения последнего служили: биогумус, изготовленный на биогазовой установке, бентониты Таганского месторождения (Республика Казахстан), экстракт хвои ели сибирской и янтарная кислота.

Биогумус производился путем микробиологической биоконверсии (ускоренной биологической ферментации) отходов животноводства и растениеводства. После прохождения ферментации он не содержит ни патогенной микрофлоры, ни семян сорных растений. В силу своих особенностей биогумус может заменить минеральные азотно-фосфорные и калийные удобрения.

Особо следует отметить, что в биогумусе, помимо гормонов, витаминов, аминокислот, присутствуют куминовые кислоты, содержание которых варьируется от 13 до 28 %. Они повышают сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям внешней среды, включая недостаток влаги, высокие и низкие температуры, токсичные вещества. Гуминовые кислоты способствуют ускорению роста и развития растений, что особенно важно в условиях короткого вегетационного периода.

Бентонит – это минеральное образование, относящееся к классу алюмосиликатов, имеющее высокую дисперсность, т. е. обладающее размером кристаллов на уровне менее 1 мкм. Гидрофильный характер бентонитовой матрицы способствует протеканию процессов сорбции воды. Сорбированные молекулы воды всасываются белками клетки и служат катализатором для интенсификации обмена веществ. Происходит регуляция водного

Электронный архив УГЛТУ

и питательного баланса растений органическими удобрениями.

Главная составляющая бентонитовой глины – монтмориллонит, который представляет собой слоистый силикат, обладающий уникальными свойствами: адсорбционными, ионообменными, каталитическими, детоксикационными, дезинфицирующими и пролонгирующими. У него сильно выражена способность набухать в воде за счет поступления молекул воды в межслоевое пространство. Предполагаемый механизм воздействия бентонита на скорость прорастания семян заключается в улучшении водного режима (поглощение глиной избытка воды, которая становится прочно связанной и остается доступной для растений при отсутствии осадков или полива). Кроме того, бентонит способствует снабжению прорастающих семян необходимыми биогенными элементами.

В хвое ели сибирской содержится калий, кальций, фосфор, натрий, марганец, железо, кремний, медь, цинк, кобальт. При этом кобальта, железа и марганца в хвое содержится больше, чем в бобовых травах. Кроме того, хвоя служит источником витаминов Е, К, С, Р, В и каротина.

Янтарная кислота (этан-1,2-дикарбоновая кислота), бесцветные кристаллы, растворимые в спирте, в эфире и воде. Янтарная кислота является регулятором роста растений, стрессовым адаптогеном, умеренным активатором роста, улучшителем усвояемости растением питательных элементов из почвы.

Для приготовления нанобиокомпозита смесь бентонита, биогумуса, экстракта хвои и янтарной кислоты подвергали механохимическому воздействию в кавитационном диспергаторе с получением целевого продукта темно-коричневого цвета гелеобразной консистенции.

Инкрустация семян производилась путем нанесения нанобиокомпозита на отобранные для опыта семена. Затем обработанные семена подсушивались путем активной вентиляции воздуха в течение суток до образования на поверхности полупроницаемой оболочки, содержащей сбалансированный комплекс макро- и микроэлементов, а также регуляторов роста, закрепленных структурной сеткой.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что инкрустация семян всех трех видов ели оказала положительное влияние на их всхожесть и энергию прорастания (таблица).

Материалы таблицы наглядно свидетельствуют, что максимальный эффект достигается при обработке семян ели обыкновенной. При всхожести семян контрольной партии 86 % всхожесть инкрустированных семян достигает 98 %. Другими словами, при выращивании единого количества сеянцев расход семян при их инкрустации сокращается на 12 %, что является несомненным показателем высокой эффективности проведения инкрустации.

Применение нанобиокомпозита для инкрустации семян ели восточной обеспечило увеличение их всхожести с 88 до 94 %, т. е. на 6 %, а семян ели сибирской – с 84 % на контроле до 90 % в опытном варианте, т. е. также на 6 %. При этом всхожесть семян в контрольных вариантах разных видов ели варьировалась от 84 % у ели сибирской до 88 % у ели восточной. Всхожесть контрольной партии семян ели обыкновенной занимала промежуточное значение 86 %. Таким образом, различия в показателе всхожести контрольных партий семян ели исследуемых видов составляли 4 %.

Всхожесть инкрустированных семян максимальная у ели обыкновенной – 98 %, затем следует ель восточная, имеющая всхожесть 94 %, и минимальной всхожестью характеризуется ель сибирская – 90 %. Таким образом, различия во всхожести инкрустированных семян составляют 8 % при положительном влиянии инкрустации семян всех трех видов.

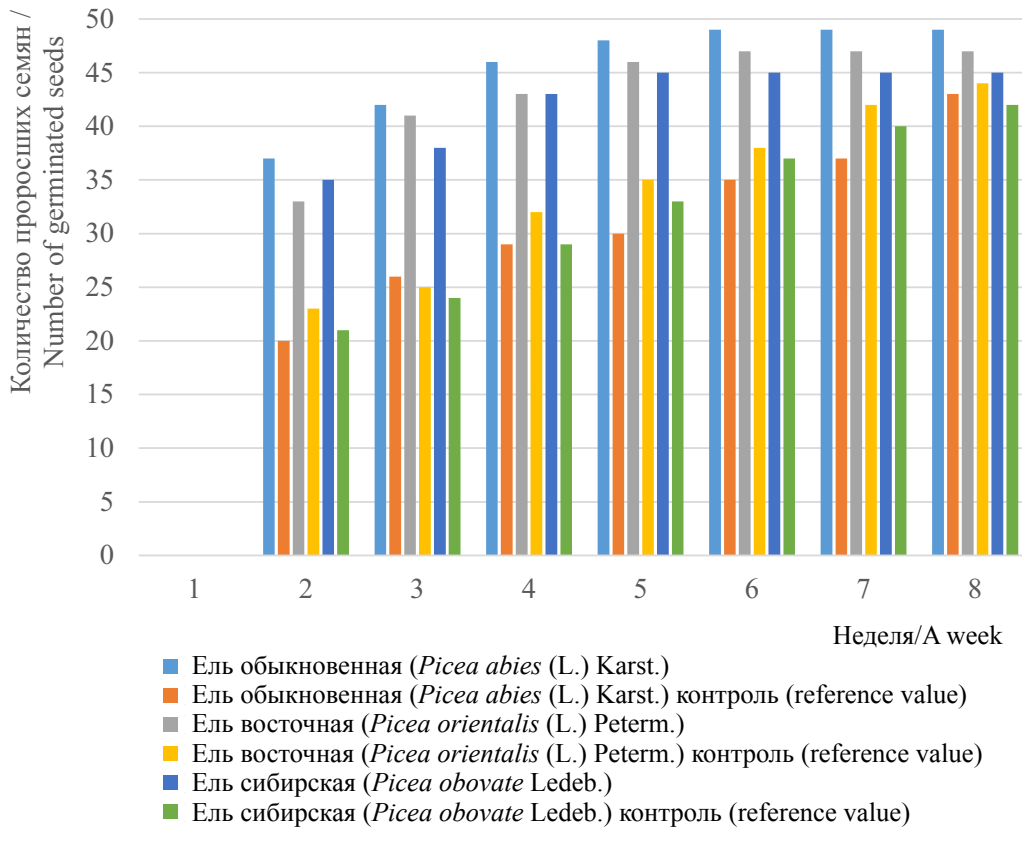
Помимо всхожести семян, важное значение имеет энергия их прорастания. Исследования показали, что период прорастания семян ели всех исследуемых видов составляет 8 недель. При этом через две недели всхожесть семян в контрольных вариантах варьируется от 40 до 46 %. Инкрустация семян существенно сокращает срок их прорастания (рисунок).

Материалы рисунка свидетельствуют, что обработка семян нанобиокомпозитами сокращает срок прорастания семян ели обыкновенной и ели восточной до 6 недель, а ели сибирской – до 5 недель.

Электронный архив УГЛТУ

Всхожесть семян рода ель (*Picea A.* Dietr.) при обработке (инкрустации) их нанобиокомпозитами, шт./%
Germination of seeds of the genus Spruce (*Picea A.* Dietr.) during processing (incrustation) with nanobiocomposites, pcs./%

Вариант Option	Период с момента посева, недель/% Period from the moment of sowing, weeks/%							Высеяно семян, шт./% Seeds sown, pcs./%
	2	3	4	5	6	7	8	
Ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst.)								
Опыт Experience	37/74	42/84	46/92	48/96	49/98	49/98	49/98	50/100
Контроль Reference value	20/40	26/52	29/58	30/60	35/70	37/74	43/86	50/100
Ель восточная (*Picea orientalis* (L.) Peterm.)								
Опыт Experience	33/66	41/82	43/86	46/92	47/94	47/94	47/94	50/100
Контроль Reference value	23/46	25/50	32/64	35/70	38/76	42/84	44/88	50/100
Ель сибирская (*Picea obovate* Ledeb.)								
Опыт Experience	35/70	38/76	43/86	45/90	45/90	45/90	45/90	50/100
Контроль Reference value	21/42	24/48	29/58	33/66	37/74	40/80	42/84	50/100



Результаты влияния нанобиокомпозитов на всхожесть семян ели
The results of the influence of nanobiocomposites on the germination of spruce seeds

Электронный архив УГЛТУ

Указанное имеет очень большое значение, особенно при выращивании нескольких ротаций сеянцев с ЗКС, а также при выращивании посадочного материала в регионах с коротким вегетационным периодом.

Выводы

1. Инкрустация семян ели обыкновенной, ели восточной и ели сибирской оказывает положительное влияние на всхожесть семян и энергию их прорастания.

2. Для инкрустации можно рекомендовать нанобиокомпозит, создаваемый на основе биогумуса, бентонита, экстракта хвои ели сибирской и янтарной кислоты.

3. Простота приготовления нанобиокомпозита и его применения позволяет надеяться на его широкое использование.

4. Инкрустация позволяет сократить расход семян на 6–12 %, а также период выращивания посадочного материала только за счет сокращения периода прорастания семян на 2–3 недели.

5. Учитывая высокий эффект от применения инкрустации семян, исследования в данном направлении следует продолжать.

Список источников

Воробьев А. П., *Калачев А. А.*, *Залесов С. В.* Фитоминеральный гель для инкрустации корней сеянцев ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.) // Лесной журнал. 2019. № 6. С. 255–261. DOI: 10.17238/issn 0536.2019.6.255

Егорова А. В. Влияние экстрактов из древесной зелени и водопроводного осадка в качестве компонента субстрата на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной : дис. … канд. с.-х. наук / *Егорова А. В.* Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2019. 125 с.

Кульнев А. И., *Соколова Е. А.* Многоцелевые стимуляторы защитных реакций, роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитофит). Пущино : ВНИИЛМ, 1997. 100 с.

Лутай С. С., *Воробьев А. Л.* Влияние фиторегулятора природного происхождения на всхожесть, динамику роста и развития садово-парковых культур // Вестник ВКГТУ им. Серикбаева. 2013. № 1 (59). С. 72–76.

Мелединa Л. А. Зависимость роста культур ели от вида и возраста посадочного материала // Интенсификация выращивания лесопосадочного материала. Йошкара-Ола : ПавГТУ, 1996. С. 206–207.

Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / *С. В. Залесов*, *О. В. Толкач*, *И. А. Фрейберг* [и др.] // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21, № 9. С. 42–47.

Острошенко В. Ю., *Острошенко Л. Ю.* Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 41–47.

Применение фиторегуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской / *С. С. Лутай*, *Г. А. Жаирбаева*, *А. Л. Воробьев* [и др.] // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2017. № 3 (77). С. 50–55.

Рахимжанов А. Н., *Залесов С. В.* Использование смеси мелиорантов при выращивании посадочного материала *Ribes aureum* Pursh в степной зоне Северного Казахстана (на примере лесного питомника «Ак кайын») // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 4–1 (82). С. 130–135.

Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / *С. В. Залесов*, *Е. С. Залесова*, *Ю. В. Зарипов* [и др.] // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22, № 12. С. 63–67.

Смирнов Н. А. Выращивание посадочного материала хвойных пород с применением прогрессивных технологий // Лесохозяйственная информация. 1997. № 2. С. 23–28.

Электронный архив УГЛТУ

Alipina K. B., *Lutay S. S.*, *Vorobyov A. L.* Increases of germination of fir-tree seeds with using of modern innovative trchniques // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Green Economy – the future of mankind”. Shchuchinsk : Kazniilkha, 2014. Part III. C. 5–14.

Development of the organomineral nanobiocomposites for incrustation of seeds of crops / *S. S. Lutay*, *A. L. Vorobyov*, *K. B. Alipina*, *A. J. Lutay* // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Green Economy – the future of mankind”. Shchuchinsk : Kazniilkha, 2014. Part III. P. 169–178.

References

Alipina K. B., *Lutay S. S.*, *Vorobyov A. L.* Increases of germination of fir-tree seeds with using of modern innovative trchniques // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Green Economy – the future of mankind”. Shchuchinsk : Kazniilkha, 2014. Part III. C. 5–14.

Development of the organomineral nanobiocomposites for incrustation of seeds of crops / *S. S. Lutay*, *A. L. Vorobyov*, *K. B. Alipina*, *A. J. Lutay* // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Green Economy – the future of mankind”. Shchuchinsk : Kazniilkha, 2014. Part III. P. 169–178.

Egorova A. V. Influence of extracts from woody greenery and tap sediment as a component of the substrate on seed germination and growth of seedlings of Scots pine : dis. … Candidate of Agricultural Sciences / *Egorova A. V.* Petrozavodsk : Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2019. 125 p.

Kulnev A. I., *Sokolova E. A.* Multipurpose stimulants of protective reactions, plant growth and development (using the example of the drug immunocytophyte). Pushchino : VNIILM, 1997. 100 p.

Lutay S. S., *Vorobyov A. L.* The influence of a phytoregulator of natural origin on germination, growth dynamics and development of horticultural crops. Vestnik VKGTU im. Serikbayeva. 2013. № 1 (59). P. 72–76. (In Russ.)

Meledina L. A. The dependence of the growth of spruce crops on the type and age of the planting material // Intensification of the cultivation of forest planting material. Yoshkar-Ola : PavSTU, 1996. P. 206–207. (In Russ.)

Ostroshenko V. Yu., *Ostroshenko L. Yu.* The effectiveness of growth stimulants in the cultivation of needle fir seedlings (*Abies holophylla* Maxim.) // Successes of modern natural Science. 2020. № 4. P. 41–47. (In Russ.)

Rakhimzhanov A. N., *Zalesov S. V.* The use of a mixture of ameliorants in the cultivation of Ribes aureum Pursh planting material in the steppe zone of Northern Kazakhstan (using the example of the Ak Kayyn forest nursery) // International Scientific Research Journal. 2019. № 4–1 (82). P. 130–135. (In Russ.)

Recultivation of disturbed lands at the tantalum-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.)

Smirnov N. A. Cultivation of coniferous plant material using advanced technologies // Forestry information. 1997. № 2. P. 23–28. (In Russ.)

The experience of creating forest crops on salt marshes of good forest suitability / *S. V. Zalesov*, *O. V. Tolkach*, *I. A. Freiberg* [et al.] // Ecology and Industry of Russia. 2017. Vol. 21, № 9. P. 42–47. (In Russ.)

The use of growth phytoregulators of natural origin to increase the germination of Siberian spruce seeds / *S. S. Lutay*, *G. A. Zhairbaeva*, *A. L. Vorobyov* [et al.] // Bulletin of the D. Serikbaev EKSTU. 2017. № 3 (77). P. 50–55. (In Russ.)

Vorobyov A. P., *Kalachev A. A.*, *Zalesov S. V.* Phytomineral gel for roots incrustation of Siberian spruce seedlings (*Picea obovate* Ledeb.) // Lesnoy zhurnal. 2019. № 6. P. 255–261. DOI: 10.17238/issn 0536.2019.6.255 (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Информация об авторах

С. С. Лутай – аспирант,
sslutai@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2238-9083
Л. А. Старыгин – соискатель,
starygin@inbox.ru, https://orsid.org/0009-0009-6394-4117
М. Ж. Дауленова – аспирант,
sslutai@mail.ru, https:// orcid.org/0009-0005-0640-5089
И. С. Кочегаров – аспирант,
Garit_0188@mail.ru
С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
zalesovsv@m.usfeu.ru, https: // orcid.org/0000-0003-3779-410X

Information about the authors

S. S. Lutay – postgraduate student,
sslutai@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2238-9083
L. A. Starygin – the applicant,
starygin@inbox.ru, https://orsid.org/0009-0009-6394-4117
M. Z. Daulenova – postgraduate student,
sslutai@mail.ru, https:// orcid.org/0009-0005-0640-5089
I. S. Kochegarov – postgraduate student,
Garit_0188@mail.ru
S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
zalesovsv@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0003-3779-410X

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; принята к публикации 24.04.2025.
The article was submitted 20.03.2025; accepted for publication 24.04.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 12–21.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 12–21.

Научная статья
УДК 630*521
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.002

ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ВИДОВЫХ ЧИСЕЛ И ВИДОВЫХ ВЫСОТ ДРЕВОСТОЕВ ИВЫ ДРЕВОВИДНОЙ И ОЛЬХИ СЕРОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Андрей Алексеевич Парамонов[1], Сергей Васильевич Третьяков[2], Сергей Викторович Коптев[3], Алексей Александрович Карабан[4]

[1, 4] Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Россия
[2, 3] Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия
[1] a.paramonov@sevniilh-arh.ru, https://orcid.org/0000-0002-0961-221X
[2] s.v.tretyakov@narfu.ru, http://orcid.org/0000-0001-5982-3114
[3] s.koptev@narfu.ru, https://orcid.org/0000-0002-5402-1953
[4] karaban@sevniilh-arh.ru, https://orcid.org/0000-0002-2934-0303

Аннотация. В данной работе представлены нормативные таблицы средних видовых чисел и видовых высот, которые рекомендуется использовать при определении объема стволов и запаса древостоев ивы древовидной и ольхи серой в таежной зоне северо-востока европейской части России. Было выявлено, что ранее данные лесотаксационные нормативы для ивы древовидной и ольхи серой не разрабатывались, вместо них использовались нормативы осины, что приводило к определенным ошибкам из-за различия формы древесных стволов этих пород. В нашей стране ива (*Salix* L.) и ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench.) произрастают повсеместно. Всего в мире насчитывается по разным источникам от 300 до 550 видов ивы, из них более 130 видов в России, а также более 30 в таежной зоне Европейского Севера. Сбор полевого материала проводился с 2018 по 2023 гг. на территории таежной зоны Европейского Севера России. При сборе и обработке полевых материалов использовали принятые в лесной таксации методы. Нормативы разрабатывались на основе 53 пробных площадей в ивовых древостоях и 80 в сероольшаниках с взятием 158 модельных деревьев ивы древовидной и 116 ольхи серой возрастом от 11 до 104 лет из разных ступеней толщины от 4 до 30 см. Среди модельных деревьев ивы чаще всего встречались такие виды, как ива козья (*Salix carpea* L.) и ива северная (*Salix borealis* Fries.), реже ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.), довольно часто попадались гибриды этих видов. По результатам исследований впервые были разработаны нормативные таблицы средних видовых чисел и видовых высот древостоев ивы древовидной и ольхи серой для условий таежной зоны северо-востока европейской части России.

Ключевые слова: ива *Salix*, ольха серая *Alnus incana* (L.) Moench, запас древостоя, видовые числа, видовые высоты, нормативы, таежная зона, Европейский Север

© Парамонов А. А., Третьяков С. В., Коптев С. В., Карабан А. А., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Финансирование: публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственных заданий ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства (регистрационный номер тем 123022800113-9; 123030700068-8).

Для цитирования: Таблица средних видовых чисел и видовых высот древостоев ивы древовидной и ольхи серой, произрастающих в таежной зоне северо-востока европейской части России / А. А. Парамонов, С. В. Третьяков, С. В. Коптев, А. А. Карабан // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 12–21.

Original article

THE TABLE OF AVERAGE SPECIES NUMBERS AND SPECIES HEIGHTS OF TREE WILLOW AND GREY ALDER FOREST STANDS GROWING IN THE TAIGA ZONE OF THE NORTH-EAST OF EUROPEAN PART OF RUSSIA

Andrey A. Paramonov[1], Sergey V. Tretyakov[2], Sergey V. Koptev[3], Alexey A. Karaban[4]

[1, 4] Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia
[2, 3] Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia
[1] a.paramonov@sevniilh-arh.ru, https://orcid.org/0000-0002-0961-221X
[2] s.v.tretyakov@narfu.ru, http://orcid.org/0000-0001-5982-3114
[3] s.koptev@narfu.ru, https://orcid.org/0000-0002-5402-1953
[4] karaban@sevniilh-arh.ru, https://orcid.org/0000-0002-2934-0303

Abstract. This paper presents standard tables of average species numbers and species heights that are recommended for use in determining the trunks volume and the forest stands stock of tree willow and grey alder in the taiga zone of the north-east of the European part of Russia. It was found that these forest taxation standards for tree willow and grey alder had not been developed previously; aspen standards were used instead, which led to certain errors due to the difference in the shape of the tree trunks of these species. In our country, willow (*Salix* L.) and grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) grow everywhere. In total, according to various sources, there are from 300 to 550 willow species in the world, including more than 130 species in Russia, as well as more than 30 in the taiga zone of the European North. Field material was collected from 2018 to 2023 in the taiga zone of the European North of Russia. The methods adopted in forest taxation were used for collecting and processing field materials. The standards were developed on the basis of 53 sample plots in willow and 80 in grey alder stands, with the sampling of 158 model trees of common willow and 116 grey alder, aged from 11 to 104 years, from different thickness grades from 4 to 30 cm. Among the model willow trees, the most common species were goat willow (*Salix carpea* L.) and northern willow (*Salix borealis* Fries.), less often the almong-leaved willow (*Salix triandra* L.), and hybrids of these species were encountered quite often. Based on the research results, standard tables of average species numbers and species heights of tree willow and grey alder forest stands were developed for the first time for the conditions of the taiga zone of the north-east of the European part of Russia.

Keywords: willow *Salix*, grey alder *Alnus incana* (L.) Moench, growing stock, species numbers, species heights, standards, taiga zone, European North

Электронный архив УГЛТУ

Funding: the publication was prepared based on the results of research carried out within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Institution "Northern Research Institute of Forestry" to conduct applied scientific research in the field of activities of the Federal Forestry Agency (registration number of the topics 123022800113-9; 123030700068-8).

For citation: The table of average species numbers and species heights of tree willow and grey alder forest stands growing in the taiga zone of the north-east of the European part of Russia / A. A. Paramonov, S. V. Tretyakov, S. V. Koptev, A. A. Karaban // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 12–21.

Введение

Для планирования и ведения лесного хозяйства в насаждениях с преобладанием и участием в составе ивы древовидной и ольхи серой, сформировавшихся в условиях таежной зоны северо-востока Европейского Севера, необходимо получение достоверных данных, которые характеризуют их строение, рост и продуктивность. Нормативные материалы необходимы для отвода и таксации древостоев при организации лесопользования в насаждениях ивы древовидной и ольхи серой, при лесоустройстве, инвентаризации лесов, планировании и проектировании мероприятий в области использования, охраны, защиты и воспроизводства таежных лесов.

В России ива древовидная (*Salix* L.) и ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench.) произрастают повсеместно. Ива насчитывает более 130 видов, среди которых в районе данного исследования встречается примерно 30 видов (Скворцов, 1968; Демидова, Дуркина, 2012; Теплякова, 2012). По данным государственного лесного реестра в Архангельской области, ива древовидная занимает площадь 5,2 тыс. га, а ольха серая – 46,6 тыс. га (Государственный лесной реестр, 2024).

Таблицы средних видовых чисел и видовых высот широко применяются в производстве при таксации насаждений и проведении лесоустроительных работ для определения объема ствола дерева и запаса насаждений. Для территории таежной зоны северо-востока европейской части России данные таблицы по иве древовидной и ольхе серой отсутствуют. В настоящее время ощущается острая необходимость в разработке нормативов для насаждений данных пород в районе исследования. Это обусловлено тем, что площади, занятые этими породами, значительно увеличились в результате зарастания заброшенных сельскохозяйственных угодий, а также в районе исследования имеется большое количество земель с избыточным увлажнением, на которых ведение хозяйства нецелесообразно, однако на них очень продуктивно растут различные виды ив и ольха серая. Актуальность данной проблемы определила цель для выполнения данной работы, а именно формирование нормативных таблиц средних видовых чисел и видовых высот насаждений ивы древовидной и ольхи серой в таежной зоне северо-востока европейской части России.

Ива древовидная и ольха серая показывают высокую продуктивность. Древесина, кора, ветки и листья этих пород – довольно ценное сырье в хозяйственном значении, так как их применяют в медицине; в производстве мебели, плетеных изделий и дубильных экстрактов; в качестве биотоплива; в ЦБП; для кормления скота и диких животных; в пчеловодстве; для очистки поверхностных сточных вод и почв; для озеленения, водоохранных функций и т. д.

Установлено, что в Полевом справочнике таксатора и Лесотаксационном справочнике по северо-востоку европейской части Российской Федерации 2012 г. приведена одна таблица для учета выхода ивового корья: «4.3.14 Таблица для определения запаса ивового корья. Применение – во всех лесотаксационных подрайонах» (Полевой справочник таксатора…, 1971; Лесотаксационный справочник…, 2012; Лесотаксационный справочник по северо-западу СССР, 1984; Общесоюзные нормативы для таксации лесов, 1992). Ивовое корье активно использовалось в Советском Союзе в кожевенной промышленности для получения дубильных веществ (Полевой справочник таксатора…, 1971; Лесотаксационный справочник…, 2012).

Электронный архив УГЛТУ

В «Лесотаксационном справочнике по северо-западу СССР» (1984) и в «Общесоюзных нормативах для таксации лесов» (1992) также отсутствуют нормативы насаждений для ивы.

Выявлено, что в Полевом лесотаксационном справочнике приведены четыре нормативные таблицы для ольхи серой в условиях северо-востока европейской части России: 1) таблицы объемов стволов по диаметру и высоте при среднем коэффициенте формы; 2) объемные разрядные таблицы по диаметру и высоте для сероольховых древостоев Европейского Севера; 3) таблицы для перехода от диаметра пня к диаметру на высоте груди; 4) сортиментные и товарные таблицы для сероольховых древостоев Архангельской области (Полевой лесотаксационный справочник, 2016). Ранее в лесотаксационных справочниках для северо-востока такие нормативы не публиковались (Анучин, 1968; Лесотаксационный справочник…, 2012; Полевой справочник таксатора, 1971).

В «Лесотаксационном справочнике по северо-западу СССР» (1984), в «Общесоюзных нормативах для таксации лесов» (1992), в «Лесотаксационном справочнике по северо-востоку европейской части Российской Федерации» (2012), в «Полевом справочнике таксатора» (1971) отсутствуют нормативные материалы для насаждений ольхи серой.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель исследования – повышение точности таксации лиственных насаждений при проведении лесоустроительных и мониторинговых работ посредством разработки нормативных таблиц средних видовых чисел и видовых высот насаждений ивы древовидной и ольхи серой в таежной зоне северо-востока европейской части России.

Полевой материал по данной работе собирался с 2018 по 2023 гг. с июня по сентябрь на территории лесничеств Архангельской области: в Приморском, Вельском, Шенкурском, Плесецком, Красноборском, Каргопольском и Верхнетоемском районах. Подбирались участки, в составе которых было не меньше трех единиц ивы древовидной или ольхи серой либо они являлись преобладающими породами. Ввиду большой площади Архангельской области в ней сосредоточены разные лесорастительные районы.

Были заложены 53 пробные площади в ивовых древостоях и 80 пробных площадей в серо-ольшаниках. Взято 158 модельных деревьев ивы древовидной и 116 ольхи серой. Пробные площади закладывали в соответствии с ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустроительные». Возраст модельных деревьев составлял от 11 до 104 лет из разных ступеней толщины от 4 до 30 см.

Полевые работы на пробных площадях проводились с учетом методических рекомендаций (Верхунов, Черных, 2007; Гусев, Калинин, 1988; Общесоюзные нормативы для таксации лесов, 1992). Модельные деревья брали на каждой пробной площади в количестве 1–5 шт. На каждом модельном дереве выпиливали диски и измеряли диаметры в коре и без коры на относительных высотах на десятых долях длины ствола и отмечали наличие гнилей и других пороков древесины. Измеряли количество сучков, их диаметр и протяженность (ГОСТ 2140–81). При обработке данных использовали принятые в лесной таксации методы (Анучин, 1982; Гусев, Калинин, 1988; Гусев, 2002). Продольное сечение древесного ствола ивы и ольхи имеет сложную форму. По диаметрам в коре на относительных высотах для каждого модельного дерева вычисляли объем ствола по сложной формуле среднего сечения по 10 секциям. По значениям объемов стволов в коре устанавливали старое видовое число для характеристики формы ствола. Путем умножения старого видового числа на высоту находили видовую высоту. Далее строился график зависимости высот от видовых высот модельных деревьев ивы древовидной и ольхи серой в коре и без коры с последующим выведением линейного уравнения. Из полученных данных были разработаны таблицы средних видовых чисел и видовых высот древостоев ивы древовидной и ольхи серой для условий таежной зоны северо-востока европейской части России. Диапазон высот при соответствующем диаметре был взят по материалам пробных площадей и обмеренным модельным деревьям.

Электронный архив УГЛТУ

Результаты и их обсуждение

При проведении исследований чаще всего встречались растения, по видовому составу отнесенные к ольхе серой (*Alnus incana* (L.) Moench.), иве козьей (*Salix carpea* L.) и иве северной (*Salix borealis* Fries.), реже иве трехтычинковой (*Salix triandra* L.), в большинстве случаев отмечались гибриды видов ивы (Морозов, 1966). Метаанализ факторов, влияющих на объемные показатели стволов ивы древовидной многих видов, показывает близкие значения (Модель объема ствола…, 2021).

В ходе полевых работ было взято 158 модельных деревьев ивы древовидной и 116 ольхи серой.

По диаметрам в коре на относительных высотах для каждого модельного дерева вычисляли объем ствола по сложной формуле среднего сечения (сложная формула Смольяна) по 10 секциям:

$$V_0 = (g_0 + g_1)\, L/2 + \ldots + (g_8 + g_9)\, L/2 + V_{верш}, \quad (1)$$

где g_0 – площадь сечения основания ствола;

$g_1 \ldots g_9$ – площадь сечения ствола на высоте 0,1H;

L – протяженность 0,1H;

$V_{верш}$ – объем вершинки.

Площадь поперечного сечения находили по формуле

$$g_{0-9} = \pi\, (D/2)^2, \quad (2)$$

где g_{0-9} – площадь поперечного сечения на 0,1H;

D – диаметр на 0,1H.

Объем вершинки вычисляли по формуле

$$V_{верш} = 1/3 g_{0,9}\, H, \quad (3)$$

где H – длина вершинки;

$g_{0,9}$ – площадь сечения ствола на 0,9H.

По значениям объемов стволов в коре устанавливали старое видовое число по формуле

$$f = \frac{V_c}{V_ц} = \frac{V_c}{g_{1,3} H}, \quad (4)$$

где f – старое видовое число;

V_c – объем ствола;

$V_ц$ – объем цилиндра;

$g_{1,3}$ – площадь сечения ствола на 1,3 м;

H – высота ствола.

Путем умножения старого видового числа на высоту находили видовую высоту:

$$Hf = fH, \quad (5)$$

где Hf – видовая высота.

Далее строился график зависимости видовых высот от высоты ствола ивы древовидной и ольхи серой в коре и без коры (рис. 1–4) с последующим выведением линейного уравнения (табл. 1).

Получены линейные уравнения связи видовых высот с высотой ствола ивы древовидной и ольхи серой, которые представлены в табл. 1.

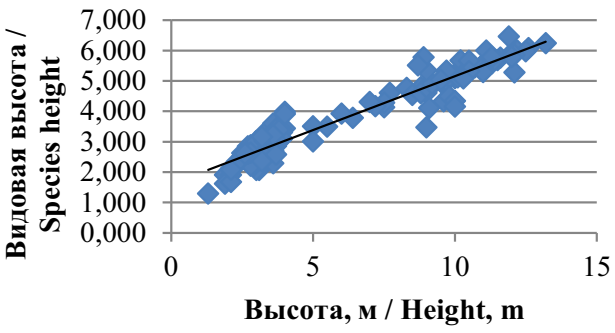


Рис. 1. Зависимость видовых высот от высоты ствола ивы в коре
Fig. 1. Dependence of species heights on the height of the willow trunk in bark

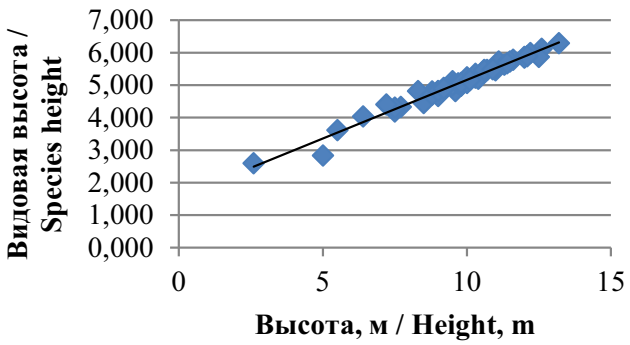


Рис. 2. Зависимость видовых высот от высоты ствола ивы без коры
Fig. 2. Dependence of species height on the height of the willow trunk without bark

Электронный архив УГЛТУ

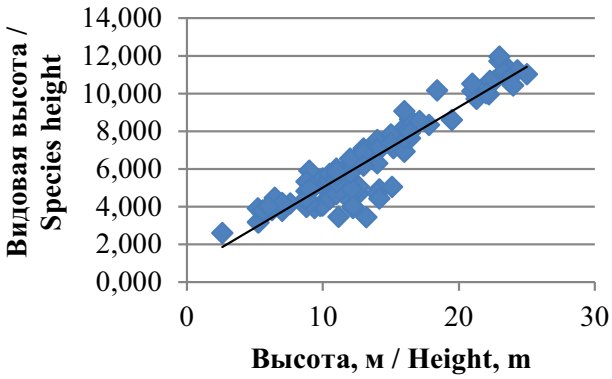


Рис. 3. Зависимость видовых высот от высоты ствола ольхи серой в коре
Fig. 3. Dependence of species heights on the height of the grey alder trunk in bark

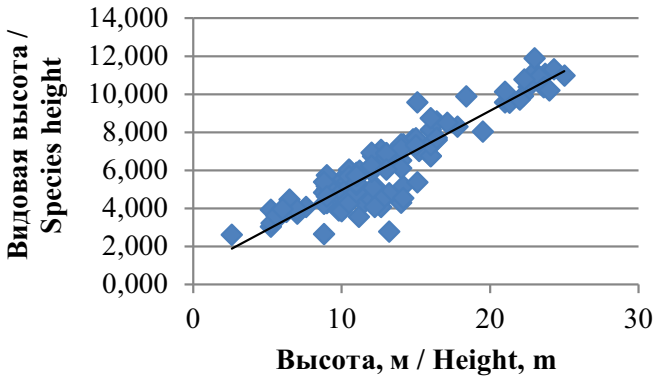


Рис. 4. Зависимость видовых высот от высоты ствола ольхи серой без коры
Fig. 4. Dependence of species heights on the height of the grey alder trunk without bark

Таблица 1
Table 1

Уравнения связи видовых высот с высотой ствола ивы древовидной и ольхи серой
Equations of the relationship between species heights and the trunk height of tree willow and grey alder

Порода Species	Уравнение Equation	R^2	SE	*n*
Ива в коре Willow in bark	$y = 0{,}3543x + 1{,}6143$	0,93	0,344	158
Ива без коры Willow without bark	$y = 0{,}3607x + 1{,}5541$	0,97	0,122	158
Ольха в коре Alder in bark	$y = 0{,}4267x + 0{,}7483$	0,86	0,824	116
Ольха без коры Alder without bark	$y = 0{,}4165x + 0{,}798$	0,83	0,957	116

Примечание. y – видовая высота; x – высота; R^2 – коэффициент детерминации; *SE* – стандартная ошибка регрессии; n – число наблюдений.
Note. y – species height; x – height; R^2 – coefficient of determination; *SE* – the standard error of regression; n – number of observations.

Коэффициент детерминации (R^2) полученных уравнений составляет 0,83–0,97, следовательно, данные уравнения имеют достаточно высокую точность.

На основе полученных уравнений были разработаны таблицы средних видовых чисел и видовых высот древостоев ивы древовидной и ольхи серой для условий таежной зоны северо-востока европейской части России (табл. 2).

Для сравнения полученных данных с материалами других лиственных пород района исследований был построен график средних видовых высот в зависимости от высоты ивы древовидной, ольхи серой, осины и березы (рис. 5). Значения видовых высот осины и березы на северо-востоке Европейского Севера России были взяты из Лесотаксационного справочника по северо-востоку европейской части Российской Федерации (2012).

На рис. 5 наблюдается существенное различие шкал видовых высот ивы и ольхи от осины и березы. Ввиду отсутствия нормативных материалов для ивы древовидной и ольхи серой до настоящего времени применялись нормативные данные осины и березы.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2
Table 2

Средние видовые числа и видовые высоты ивы древовидной и ольхи серой в условиях таежной зоны северо-востока европейской части России
Average tree species numbers and species heights of tree willow and grey alder in the taiga zone conditions of the north-east European part of Russia

Порода Species	Ива древовидная Tree willow				Ольха серая Grey alder			
Средняя высота, м Average height, m	Видовое число Species number		Видовая высота Species height		Видовое число Species number		Видовая высота Species height	
	В коре In bark	Без коры Without bark	В коре In bark	Без коры Without bark	В коре In bark	Без коры Without bark	В коре In bark	Без коры Without bark
4	0,758	0,749	3,032	2,997	0,614	0,616	2,455	2,464
5	0,677	0,672	3,386	3,358	0,576	0,576	2,882	2,881
6	0,623	0,620	3,740	3,718	0,551	0,550	3,309	3,297
7	0,585	0,583	4,094	4,079	0,534	0,531	3,735	3,714
8	0,556	0,555	4,449	4,440	0,520	0,516	4,162	4,130
9	0,534	0,533	4,803	4,800	0,510	0,505	4,589	4,547
10	0,516	0,516	5,157	5,161	0,502	0,496	5,015	4,963
11	0,501	0,502	5,512	5,522	0,495	0,489	5,442	5,380
12	0,489	0,490	5,866	5,883	0,489	0,483	5,869	5,796
13	0,478	0,480	6,220	6,243	0,484	0,478	6,295	6,213
14	0,470	0,472	6,575	6,604	0,480	0,474	6,722	6,629
15	0,462	0,464	6,929	6,965	0,477	0,470	7,149	7,046
16	0,455	0,458	7,283	7,325	0,473	0,466	7,576	7,462
17	0,449	0,452	7,637	7,686	0,471	0,463	8,002	7,879
18	0,444	0,447	7,992	8,047	0,468	0,461	8,429	8,295
19	0,439	0,442	8,346	8,407	0,466	0,459	8,856	8,712
20	0,435	0,438	8,700	8,768	0,464	0,456	9,282	9,128
21	0,431	0,435	9,055	9,129	0,462	0,455	9,709	9,545
22	0,428	0,431	9,409	9,490	0,461	0,453	10,136	9,961
23	0,424	0,428	9,763	9,850	0,459	0,451	10,562	10,378
24	0,422	0,425	10,118	10,211	0,458	0,450	10,989	10,794
25	0,419	0,423	10,472	10,572	0,457	0,448	11,416	11,211
26	0,416	0,420	10,826	10,932	0,455	0,447	11,843	11,627
27	0,414	0,418	11,180	11,293	0,454	0,446	12,269	12,044
28	0,412	0,416	11,535	11,654	0,453	0,445	12,696	12,460
29	0,410	0,414	11,889	12,014	0,453	0,444	13,123	12,877
30	0,408	0,413	12,243	12,375	0,452	0,443	13,549	13,293

Электронный архив УГЛТУ

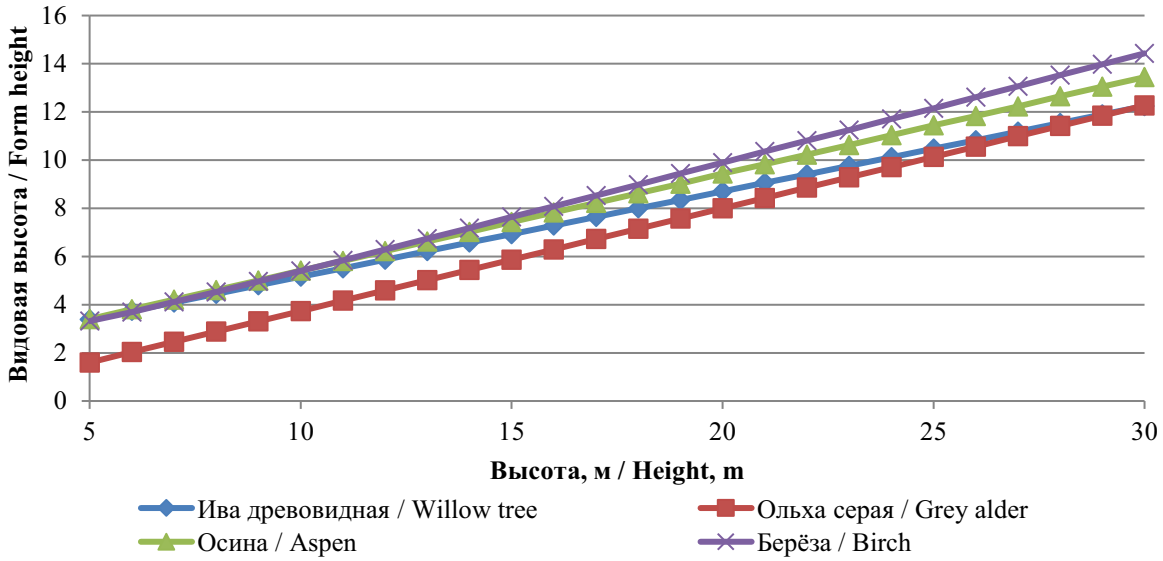


Рис. 5. Распределение по высоте средних видовых высот ивы древовидной, ольхи серой, березы и осины на территории северо-востока Европейского Севера России
Fig. 5. Distribution of average species height of tree willow, grey alder, birch and aspen by trunk height in the territory of the north-east of the European North of Russia

График показывает, что применение новых нормативных таблиц средних видовых чисел и видовых высот (см. табл. 2), полученных в данной работе, существенно повысит точность таксации лиственных насаждений при проведении лесоустроительных и мониторинговых работ.

Разработанные таблицы средних видовых чисел и видовых высот ивы древовидной и ольхи серой будут широко востребованы в производстве при таксации насаждений и проведении лесоустроительных работ для определения объема ствола дерева и запаса насаждений.

Выводы

1. Зачастую насаждения ивы древовидной и ольхи серой произрастают в защитных лесах, преимущественно на берегозащитных участках, где они способствуют сохранению окружающих ландшафтов и поддерживают их стабильное состояние. Данная важная роль этих насаждений просто неоценима. Помимо этого, площади, занятые этими древесными породами, значительно увеличились в результате зарастания заброшенных сельскохозяйственных угодий.

2. В ходе исследований было отмечено, что в отдельных районах Архангельской области насаждения ольхи серой и ивы древовидной вовлекаются в эксплуатацию предприятиями малого предпринимательства. Так как нормативные материалы по иве древовидной и ольхе серой в районе исследования ранее отсутствовали, приходилось использовать нормативы других древесных пород. Сравнение нормативов показывает существенное различие шкал видовых высот древесных пород (см. рис. 5). Следовательно, использование нормативов других пород приводит к снижению точности при таксации лиственных насаждений и проведении лесоустроительных работ, так как существует различие в форме стволов разных древесных пород.

3. Впервые разработанные таблицы средних видовых чисел и видовых высот ивы древовидной и ольхи серой в условиях таежной зоны северо-востока европейской части России смогут решить вышеуказанную проблему, тем самым повысив точность таксации лиственных насаждений при выполнении лесоустроительных и мониторинговых работ. Новые нормативы позволят на более высоком уровне осуществлять использование, охрану, защиту и воспроизводство таежных лесов.

4. Нормативные таблицы средних видовых чисел и видовых высот ивы древовидной и ольхи серой необходимы для определения объема ствола дерева и запаса насаждений при отводе и таксации лесосек.

Электронный архив УГЛТУ

Список источников

Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для вузов. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 6-е изд. М., 1968. 480 с.

Верхунов П. М., *Черных В. Л.* Таксация леса : учеб. пособие. Йошкар-Ола : МарГТУ, 2007. 398 с.

ГОСТ 2140–81. Видимые пороки древесины. М., 1981.

Государственный лесной реестр. Форма № 2-ГЛР Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста на 01.01.2024 года. Архангельская область. Приложение 2 к приказу Минприроды России от 24.12.2021 № 1007. URL: https://office.dvinaland.ru/docs/pub/4ac47799bd6407f8e603860759a8e966/default/?& (дата обращения: 19.03.2024).

Гусев И. И. Моделирование экосистем : учеб. пособие. Архангельск : Изд-во АГТУ, 2002. 112 с.

Гусев И. И., *Калинин В. И.* Лесная таксация : учеб. пособие к проведению полевой практики. Л. : ЛТА, 1988. 61 с.

Демидова Н. А., *Дуркина Т. М.* Результаты испытания местных и интродуцированных видов рода *Salix* на Европейском Севере России // Научные ведомости БелГУ. Сер. : Естественные науки. 2012. № 21. С. 23–28.

Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации: (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / сост. : канд. с.-х. наук *Г. С. Войнов* [и др.]. Архангельск : Правда Севера, 2012. 672 с.

Лесотаксационный справочник по северо-западу СССР / сост. : *А. Г. Мошкалев*, *Г. М. Давидов*, *Л. Н. Яновский* [и др.]. Л. : ЛТА, 1984. 320 с.

Модель объема ствола ивы : метаанализ / *В. А. Усольцев*, *А. А. Парамонов*, *С. В. Третьяков* [и др.] // Изв. вузов. Лесной журнал. 2021. № 3. С. 49–58. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3

Морозов И. Р. Определитель ив СССР и их культура. М. : Лесн. пром-сть, 1966. 254 с.

Общесоюзные нормативы для таксации лесов / сост. : *В. В. Загреев*, *В. И. Сухих*, *А. З. Швиденко* [и др.]. М. : Колос, 1992. 495 с.

ОСТ 56-69–83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки / ЦБНТИлесхоз. М., 1984. 60 с.

Полевой лесотаксационный справочник / под общ. ред. *С. В. Третьякова*, *С. В. Ярославцева*, *С. В. Коптева* ; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск : САФУ, 2016. 252 с.

Полевой справочник таксатора (для таежных лесов Европейского Севера) / сост. : *И. И. Гусев*, *В. И. Калинин*, *О. А. Неволин* [и др.]. Архангельск : Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971. 196 с.

Скворцов А. К. Ивы СССР : систематический и географический обзор. М. : Наука, 1968. 262 с.

Теплякова Т. Е. Основные факторы экологического пространства флоры Северо-Запада Восточной Европы // Биосфера. 2012. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-faktory-ekologicheskogo-prostranstva-flory-severo-zapada-vostochnoy-evropy (дата обращения: 17.04.2025).

References

All-Union standards for forest taxation / comp.: *V. V. Zagreev*, *V. I. Sukhikh*, *A. Z. Shvidenko* [et al.]. Moscow : Kolos, 1992. 495 p.

Anuchin N. P. Assortment and commodity tables. 6th ed. Moscow, 1968. 480 p.

Anuchin N. P. Forest taxation: textbook for universities. Moscow : Forest industry, 1982. 552 p.

Demidova N. A., *Durkina T. M.* Results of testing local and introduced species of the genus Salix in the European North of Russia // Scientific Bulletin of BelSU. Series: Natural Sciences. 2012. № 21. C. 23–28. (In Russ.)

Field forest taxation handbook / under the general editorship of *S. V. Tretyakov*, *S. V. Yaroslavtsev*, *S. V. Koptev* ; North. (Arctic) feder. un-t. Arkhangelsk : SAFU, 2016. 252 p.

Электронный архив УГЛТУ

Field handbook of a taxator (for the Taiga forests of the European North) / comp. : *I. I. Gusev*, *V. I. Kalinin*, *O. A. Nevolin* [et al.]. Arkhangelsk : North-West. book publishing house, 1971. 196 p.

Forest taxation handbook for the north-east of the European part of the Russian Federation: (normative materials for the Nenets Autonomous District, Arkhangelsk, Vologda regions and the Republic of Komi) / comp. : Candidate of Agricultural Sciences *G. S. Voynov* [et al.]. Arkhangelsk : "Pravda Severa", 2012. 672 p.

Forest taxation handbook for the North-West of the USSR / comp. : A. G. Moshkalev., G. M. Davidov, L. N. Yanovsky [et al.]. Leningrad : LTA, 1984. 320 p.

GOST 2140–81. Visible wood defects. Moscow, 1981.

Gusev I. I. Ecosystem modeling : textbook. Arkhangelsk : AGTU publishing house, 2002. 112 p.

Gusev I. I., *Kalinin V. I.* Forest taxation: a training manual for field practice. Leningrad : LTA, 1988. 61 p.

Model of willow stem volume : metaanalysis / *V. A. Usoltsev*, *A. A. Paramonov*, *S. V. Tretyakov* [et al.] // Universities' News. Forest journal. 2021. № 3. P. 49–58. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3 (In Russ.)

Morozov I. R. Key to willows of the USSR and their cultivation. Moscow : Forestry industry, 1966. 254 p.

OST 56-69-83 Sample areas for forest management. Method of laying / TsBNTIleskhoz. Moscow, 1984. 60 p.

Skvortsov A. K. Willows of the USSR: Systematic and geographical review. Moscow : Nauka, 1968. 262 p.

State Forest Register. Form № 2-GLR Distribution of forest area and timber reserves by dominant species and age groups as of 01.01.2024. Arkhangelsk region. Appendix 2 to the order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 24.12.2021 № 1007. URL : https://office.dvinaland.ru/docs/pub/4ac47799bd6407f8e603860759a8e966/default/?& (accessed 19.03.2024).

Teplyakova T. E. The main factors of the ecological space of the flora of the North-West of Eastern Europe // Biosphere. 2012. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-faktory-ekologicheskogo-prostranstva-flory-severo-zapada-vostochnoy-evropy (accessed 17.04.2025).

Verkhunov P. M., *Chernykh V. L.* Forest taxation : a training manual. Yoshkar-Ola : MarSTU, 2007. 398 p.

Информация об авторах

А. А. Парамонов – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник;

С. В. Третьяков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник;

С. В. Коптев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник;

А. А. Карабан – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник.

Information about the authors

A. A. Paramonov – Candidate of Agricultural Sciences, Researcher;

S. V. Tretyakov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, chief researcher;

S. V. Koptev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, chief researcher;

A. A. Karaban– Candidate of Agricultural Sciences, research engineer.

Статья поступила в редакцию 25.04.2025; принята к публикации 15.05.2025.

The article was submitted 25.04.2025; accepted for publication 15.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 22–29.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 22–29.

Научная статья
УДК 630*52:630*174.754
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.003

МОРФОЛОГИЯ КРОН ДЕРЕВЬЕВ В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЕКАТЕРИНБУРГ – КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ

Павел Николаевич Уразов[1], Владимир Андреевич Усольцев[2], Алина Флоритовна Уразова[3], Николай Иванович Плюха[4]

[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2] Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия
[4] Ботанический сад Уральского отделения, Екатеринбург, Россия
[1] gold-pashka@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4150-2555
[2] Usoltsev50@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-4587-8952
[3] urazovaaf@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-2771-2334
[4] nikcskript@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-1628-3300

Аннотация. Защитные свойства придорожных лесных полос в значительной степени определяются морфологией крон деревьев. Информация о форме, структуре крон и их фитонасыщенности необходима при оценке ветропроницаемости защитных лесных полос и при формировании их оптимальной ажурности. С морфологией крон связан характер заполнения пространства лесного полога фитоэлементами, что определяет параметры пропускания и перехвата солнечной энергии, а также микроклимат под лесным пологом. К морфологическим показателям крон относятся, в частности, отношение диаметра кроны к диаметру ствола на высоте груди (D_k/d) и отношение диаметра кроны к ее длине (D_k/L_k). Цель нашего исследования заключалась в анализе морфологии крон деревьев в путезащитных лесных полосах на территории Свердловской области, расположенных вдоль пути Екатеринбург – Каменск-Уральский с 21 км по 80 км. Были поставлены задачи – выявить закономерности изменения относительных показателей D_k/d и D_k/L_k в связи с высотой деревьев у древесных видов, произрастающих в путезащитных лесных полосах. Для реализации поставленных задач в спелых насаждениях была заложена серия пробных площадей, на каждой из которых обмерено по 10–15 модельных деревьев сосны, березы, ели, тополя и лиственницы, всего 280. Рассчитаны для каждой породы аллометрические зависимости показателей D_k/d и D_k/L_k от высоты деревьев, согласно которым названные показатели снижаются по мере увеличения высоты дерева. Выполнены ранжирования пород по показателям D_k/d и D_k/L_k. Закономерность связи D_k/d со степенью светолюбия породы, ранее установленная американскими учеными, не получила подтверждения.

Ключевые слова: защитные полосы, сосна обыкновенная, береза повислая, ель сибирская, тополь бальзамический, лиственница сибирская, морфологические показатели кроны, регрессионные модели

Для цитирования: Морфология крон деревьев в защитных лесных полосах вдоль железной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский / П. Н. Уразов, В. А. Усольцев, А. Ф. Уразова, Н. И. Плюха // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 22–29.

© Уразов П. Н., Усольцев В. А., Уразова А. Ф., Плюха Н. И., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

MORPHOLOGY OF TREE CROWNS IN PROTECTIVE FOREST BELTS ALONG YEKATERINBURG – KAMENSK-URALSKY RAILWAY

Pavel N. Urazov[1], Vladimir A. Usoltsev[2], Alina F. Urazova[3], Nikolay I. Plyukha[4]

[1–3] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[2] Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia
[4] Botanical Garden, Ural Branch of RAS, Yekaterinburg, Russia
[1] gold-pashka@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4150-2555
[2] Usoltsev50@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-4587-8952
[3] urazovaaf@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-2771-2334
[4] nikcskript@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-1628-3300

Abstract. The protective properties of roadside forest belts are largely determined by the morphology of tree crowns. Information about the shape, structure of crowns and their phyto-saturation is necessary when assessing the wind permeability of protective forest belts and when forming their optimal openness. The morphology of the crowns is related with the nature of filling the space of the forest canopy with phytoelements, which determines the parameters of transmission and interception of solar energy, as well as the microclimate under the forest canopy. The morphological parameters of crowns include, in particular, the ratio of crown diameter to trunk diameter at breast height (D_k/d) and the ratio of crown diameter to its length (D_k/L_k). The purpose of our research was to analyze the morphology of tree crowns in the protective forest belts in the Sverdlovsk region, located along the Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky railway from 21 km to 80 km. The tasks were set to identify patterns of change of the relative indicators D_k/d and D_k/L_k in connection with the height of trees in woody species growing in protective forest belts. To implement the set tasks, a series of sample plots was established in mature stands, on each of which 10–15 model trees of pine, birch, spruce, poplar and larch were measured, a total of 280 trees. For each species, allometric dependences of D_k/d and D_k/L_k on the height of trees are calculated, according to which these indicators decrease as the height of the tree increases. The species were ranked according to the indicators D_k/d and D_k/L_k. The pattern of the D_k/d relationship with the degree of photophily of the species, previously established by American scientists, has not been confirmed.

Keywords: protective belts, Scots pine, silver birch, Siberian spruce, balsamic poplar, Siberian larch, crown morphological parameters, regression models

For citation: Morphology of tree crowns in protective forest belts along Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky railway / P. N. Urazov, V. A. Usoltsev, A. F. Urazova, N. I. Plyukha // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 22–29.

Введение

Защитные свойства придорожных лесных полос в значительной степени определяются морфологией крон деревьев (Ковалев, 1975, 1980). Информация о форме, структуре крон и их фитонасыщенности необходима при оценке ветропроницаемости защитных лесных полос и при формировании их оптимальной ажурности (Ковалев, 1980; Танюкевич, 2015). С морфологией крон связан характер заполнения пространства лесного полога фитоэлементами, что определяет параметры пропускания и перехвата солнечной энергии, а также микроклимат под лесным пологом (Алексеев, 1975; Hemery et al., 2005; Кириллов, 2008; Усольцев, 2013; Pretzsch, 2019). С архитектоникой крон связаны радиационный и водно-тепловой режимы, газообмен, продукционный процесс, т. е. комплекс явлений, определяющих лесную экосистему как

Электронный архив УГЛТУ

своеобразную лабораторию, в которой происходит аккумуляция и превращение вещества и энергии (Сукачев и др., 1957; Росс, 1975; The role…, 2024). Морфология и фитонасыщенность крон определяют акустические свойства путезащитной лесной полосы, которая может играть роль и фильтра, и резонатора звуковых частот в зависимости от области звукового спектра (Martens, 1980; Усольцев, 1985). Аллометрические соотношения параметров крон используются для обоснования оптимальной густоты насаждений (Crown…, 2022).

К морфологическим показателям крон относятся, в частности, отношение диаметра кроны к диаметру ствола на высоте груди (D_k/d) и отношение диаметра кроны к ее длине (D_k/L_k). Знание названных соотношений может быть использовано для связи с густотой древостоя (Dawkins, 1963), при разработке режимов прореживания (Hemery et al., 2005), прогнозировании максимальной площади сечений древостоев (Briegleb, 1952) и оптимальной густоты посадки (Thill, 1980). Отношение D_k/d использовали для оценки диаметра и площади сечения ствола на высоте груди по диаметрам кроны, измеренным с помощью аэрофотоснимков или других методов дистанционного зондирования (Gering, May, 1995). Соотношение D_k/d может быть полезным при проверке таблиц хода роста и других моделей роста древостоев (Philip, 1994) и было использовано для оценки светолюбия видов при наиболее высоких значениях у теневыносливых видов (Shallenberger et al., 1986). Для нескольких древесных видов установлено снижение D_k/d по мере увеличения диаметра ствола: наиболее высокое отношение D_k/d наблюдается в молодом возрасте, но с увеличением диаметра ствола это соотношение снижается и стабилизируется при диаметре около 30 см (Hemery et al., 2005). Поскольку в математическом отношении не совсем корректна ситуация, когда один и тот же показатель входит в модель и в качестве независимой переменной, и в состав зависимой переменной, а также с учетом перспективности исследования морфологии крон и лесного полога с помощью бортового и наземного лидаров показатели D_k/d и D_k/L_k, по-видимому, более корректно связывать не с диаметром ствола, а с высотой дерева, – показателем, более точно оцениваемым дистанционными, а не традиционными наземными методами (Синицын, Сухих, 1979).

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель нашего исследования заключалась в анализе морфологии крон деревьев в путезащитных лесных полосах на территории Свердловской области, расположенных вдоль пути Екатеринбург – Каменск-Уральский с 21 км по 80 км. Были поставлены задачи – выявить закономерности изменения относительных показателей D_k/d и D_k/L_k в связи с высотой деревьев у древесных видов, произрастающих в путезащитных лесных полосах.

Для реализации поставленных задач была заложена серия пробных площадей, таксационная характеристика которых была опубликована ранее (Уразова и др., 2024). На каждой пробной площади были выполнены обмеры от 10 до 15 модельных деревьев, в том числе 44 – сосны обыкновенной, 164 – березы повислой, 40 – тополя бальзамического, 17 – ели сибирской и 15 – лиственницы сибирской. Замеряли мерной вилкой диаметр ствола на высоте груди в двух направлениях, диаметр кроны рулеткой в двух направлениях, высоту дерева и протяженность бессучковой части ствола высотомером с точностью до 0,1 м. Возраст модельных деревьев: сосны – 75–80, березы – 65–85, тополя – 65–71, ели – 67–85 и лиственницы – 67 лет.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе анализа исходных данных была предпринята попытка оценить влияние опушечного эффекта на закономерности изменения показателей D_k/d и D_k/L_k в связи с высотой деревьев. Для этого сравнили данные обмеров деревьев, растущих в середине рядов и на опушке полосы. Оказалось, что различие названных зависимостей для D_k/d статистически не значимо ($t = 0{,}01…0{,}6 < t_{05} = 1{,}96$), а различие зависимостей для D_k/L_k – или не значимо, или значимо на предельном значении критерия Стьюдента ($t = 2{,}0 > t_{05} = 1{,}96$).

Электронный архив УГЛТУ

Последнее означает, что D_k/L_k в опушечных рядах несколько превышает значения в средних рядах, но это различие очень мало, и им можно пренебречь. Дальнейший анализ нами выполнен для всей совокупности деревьев.

По исходным данным модельных деревьев рассчитаны регрессионные модели:

$$\ln(D_k/d)\,\mathrm{uln}(D_k/L_k) = a_0 + a_1 \ln(h), \qquad (1)$$

где D_k – диаметр кроны, м;

L_k – длина кроны, м;

d – диаметр ствола на высоте груди, см;

h – высота дерева, м.

Характеристика моделей (1) приведена в таблице. Регрессионные коэффициенты при переменной $\ln(h)$ значимы на уровне вероятности $p < 0{,}05$ и выше.

Поскольку все исходные данные представлены деревьями в приспевающем и спелом возрасте, можно считать, что наиболее высокие из них относятся к лидерам, а наиболее низкие – к угнетенным. Согласно рисунку, мы получили для D_k/d и D_k/L_k закономерности, аналогичные установленным для 11 древесных пород Великобритании (Hemery et al., 2005). По величине D_k/d породы угнетенных деревьев располагаются в последовательности (по убыванию): лиственница и ель, береза, тополь, сосна, а породы деревьев-лидеров в последовательности: тополь, береза, сосна, ель и лиственница.

Характеристика моделей (1)
Characteristics of models (1)

Зависимая переменная Dependent variable	Коэффициенты Coefficients		adjR^2**	*SE***
	a_0*	$a_1 \ln(h)$		
Сосна Pine				
$\ln(D_k/d)$	–1,0159	–0,3646	0,156	0,15
$\ln(D_k/L_k)$	1,0930	–0,7454	0,126	0,27
Береза Birch				
$\ln(D_k/d)$	–0,1496	–0,5332	0,247	0,24
$\ln(D_k/L_k)$	1,4770	–0,8463	0,414	0,26
Ель Spruce				
$\ln(D_k/d)$	0,6249	–0,8463	0,491	0,20
$\ln(D_k/L_k)$	2,8899	–1,3025	0,202	0,56
Тополь Poplar				
$\ln(D_k/d)$	–0,9068	–0,2323	0,139	0,14
$\ln(D_k/L_k)$	2,4917	–1,0749	0,463	0,31
Лиственница**** Larch****				
$\ln(D_k/d)$	0,7594	–0,8866	0,373	0,11

* В свободный член введена поправка на логарифмирование (Baskerville, 1972).

** $adjR^2$ – коэффициент детерминации, скорректированный на число переменных.

*** *SE* – стандартная ошибка уравнения.

**** Для лиственницы модель (1) для D_k/L_k оказалась статистически не значимой.

* A correction for logarithmization (Baskerville, 1972) was introduced into the free term.

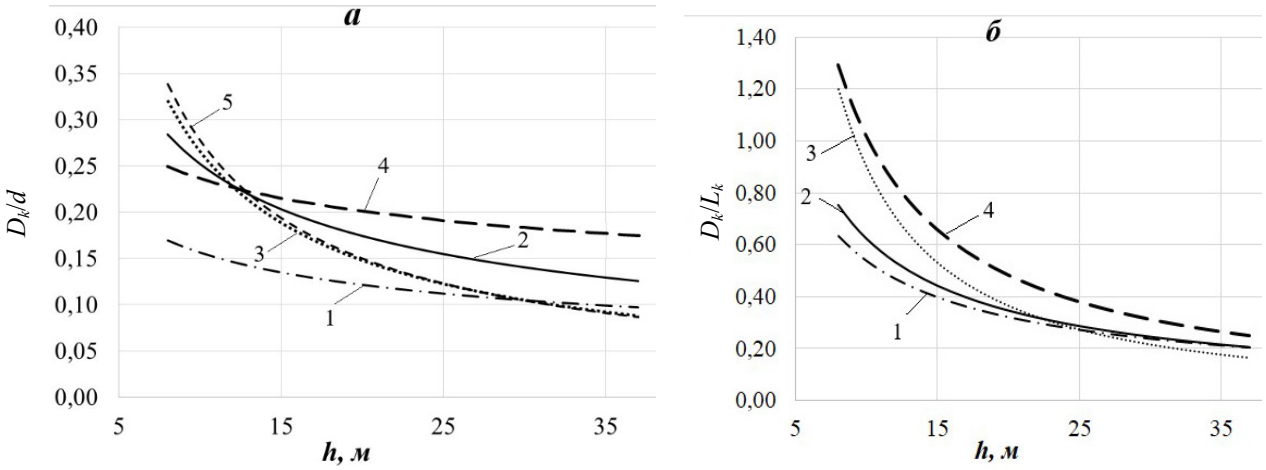
** $adjR^2$ – coefficient of determination adjusted for the number of variables.

*** *SE* – standard error of the equation.

**** For larch, model (1) for D_k/L_k was not statistically significant.

Электронный архив УГЛТУ

Таким образом, вслед за английскими учеными (Hemery et al., 2005) мы не получили подтверждения связи величины D_k/d со степенью светолюбия породы, как утверждали североамериканские ученые (Shallenberger et al., 1986). Более того, значения D_k/d у теневыносливой ели и наиболее светолюбивой лиственницы, согласно рисунку (*а*), фактически совпадают. По величине D_k/L_k породы угнетенных деревьев располагаются в последовательности (по убыванию): тополь, ель, береза, сосна, а породы деревьев-лидеров в последовательности: тополь, береза и сосна, ель (см. рисунок).



Зависимость D_k/d (*а*) и D_k/L_k (*б*) от высоты дерева согласно модели (1).
Обозначения пород: *1* – сосна, *2* – береза, *3* – ель, *4* – тополь, *5* – лиственница
The dependence of D_k/d (*а*) and D_k/L_k (*б*) upon the height of the tree according to model (1).
Species designations: *1* – pine, *2* – birch, *3* – spruce, *4* – poplar, *5* – larch

Выводы

Таким образом, установлена закономерность снижения D_k/d и D_k/L_k по мере увеличения высоты деревьев, общая для всех исследованных пород. По величине D_k/d породы угнетенных деревьев располагаются в последовательности (по убыванию): лиственница и ель, береза, тополь, сосна, а породы деревьев-лидеров в последовательности: тополь, береза, сосна, ель и лиственница. По величине D_k/L_k породы угнетенных деревьев располагаются в последовательности (по убыванию): тополь, ель, береза, сосна, а породы деревьев-лидеров в последовательности: тополь, береза и сосна, ель. Не получила подтверждения закономерность связи величины D_k/d со степенью светолюбия пород, ранее установленная американскими учеными.

Список источников

Алексеев В. А. Световой режим леса. Л. : Наука, 1975. 227 с.

Кириллов С. Н. Экологическая роль прижелезнодорожных защитных лесных насаждений в снижении техногенного воздействия // Естественные науки. 2008. № 3 (24). С. 27–29.

Ковалев Ю. Л. Архитектура дерева // Знание – сила. 1975. № 11. С. 36–38.

Ковалев Ю. Л. Биометрическое обоснование площади питания деревьев и оптимальной ажурности лесных полос : автореф. дис. … канд. с.-х. наук : 06.03.04 / Ковалев Юрий Лазаревич. Волгоград : ВНИАЛМИ, 1980. 22 с.

Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектоника растительного покрова. Л. : Гидрометеоиздат, 1975. 344 с.

Синицын С. Г., *Сухих В. И.* Использование материалов многозональных и космических съемок в интересах лесного хозяйства // Аэрокосмические исследования Земли. М. : Наука, 1979. С. 86–101.

Электронный архив УГЛТУ

Сукачев В. Н., *Зонн С. В.*, *Мотовилов Г. П.* Методические указания к изучению типов леса. М. : Изд-во АН СССР, 1957. 30 с.

Танюкевич В. В. Мелиоративная роль фитомассы лесных полос степных агроландшафтов Среднего и Нижнего Дона : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук : 06.03.03 / *Танюкевич Вадим Викторович*. Волгоград : ВНИАЛМИ, 2015. 47 с.

Уразова А. Ф., *Нагимов З. Я.*, *Уразов П. Н.* Таксационная характеристика защитных лесных полос вдоль железной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 101–111.

Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1985. 191 с.

Усольцев В. А. Вертикально-фракционная структура фитомассы деревьев. Исследование закономерностей. Екатеринбург : УГЛТУ, 2013. 603 с.

Baskerville G. L. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass // Canadian Journal of Forest Research. 1972. Vol. 2, № 1. P. 49–53.

Briegleb P. A. An approach to density measurement in Douglas fir // Journal of Forestry. 1952. Vol. 50. P. 529–536.

Crown allometry and growing space requirements of four rare domestic tree species compared to oak and beech: implications for adaptive forest management / *J. Schmucker*, *E. Uhl*, *M. Steckel* [et al.] // European Journal of Forest Research. 2022. Vol. 141. P. 587–604.

Dawkins H. C. Crown diameters: their relation to bole diameter in tropical forest trees // Commonwealth Forestry Review. 1963. Vol. 42. P. 318–333.

Gering L. R., *May D. M.* The relationship of diameter at breast height and crown diameter for four species groups in Hardin County, Tennessee // Southern Journal of Applied Forestry. 1995. Vol. 19. P. 177–181.

Hemery G. E., *Savill P. S.*, *Pryor S. N.* Applications of the crown diameter – stem diameter relationship for different species of broadleaved trees // Forest Ecology and Management. 2005. Vol. 215, № 1–3. P. 285–294. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.05.01

Martens M. J. M. Foliage as a low-pass filter: experiments with model forests in an anechoic chamber // Journal of the Acoustical Society of America. 1980. Vol. 67. № 1. P. 66–72.

Philip M. S. Measuring Trees and Forests. Second ed. CAB International, Oxon, UK, 1994. 310 p.

Pretzsch H. The effect of tree crown allometry on community dynamics in mixed-species stands versus monocultures. A review and perspectives for modeling and silvicultural regulation // Forests. 2019. Vol. 10, № 9. Article 810. URL: https://www.waldwachstum.wzw.tum.de/fileadmin/publications/Pretzsch_The_effect_2019.pdf (accessed 10.06.2024).

Shallenberger S. W., *Carvell K. L.*, *Smith C.* Crown/stem diameter relationship of four Appalachian hardwoods // West Virginia Forestry Notes. 1986. № 12. P. 4–6.

The role of tree crown on the performance of trees at individual and community levels: whole-phenotypic context matters / *J. Klipel*, *D. da Cunha Morales*, *K. M. Bordin* [et al.] // Plant Ecology. 2024. (Preprint). URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-024-01442-5 (accessed 16.06.2024).

Thill A. Qualité des grumes de quelques essences feuillues et de l'Épicéa commun // Bulletin de la Société royale forestière de Belgique. 1980. Vol . 87, № 1. P. 1–17.

References

Alekseev V. A. The light regime of the forest. Leningrad : Nauka, 1975. 227 p.

Baskerville G. L. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass // Canadian Journal of Forest Research. 1972. Vol. 2, № 1. P. 49–53.

Электронный архив УГЛТУ

Briegleb P. A. An approach to density measurement in Douglas fir // Journal of Forestry. 1952. Vol. 50. P. 529–536.

Crown allometry and growing space requirements of four rare domestic tree species compared to oak and beech: implications for adaptive forest management / *J. Schmucker*, *E. Uhl*, *M. Steckel* [et al.] // European Journal of Forest Research. 2022. Vol. 141. P. 587–604.

Dawkins H. C. Crown diameters: their relation to bole diameter in tropical forest trees // Commonwealth Forestry Review. 1963. Vol. 42. P. 318–333.

Gering L. R., *May D. M.* The relationship of diameter at breast height and crown diameter for four species groups in Hardin County, Tennessee // Southern Journal of Applied Forestry. 1995. Vol. 19. P. 177–181.

Hemery G. E., *Savill P. S.*, *Pryor S. N.* Applications of the crown diameter – stem diameter relationship for different species of broadleaved trees // Forest Ecology and Management. 2005. Vol. 215, № 1–3. P. 285–294. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.05.01

Kirillov S. N. The ecological role of near-railroad protective forest stands in reducing man-made impacts // Estestvennye nauki. 2008. № 3 (24). P. 27–29. (In Russ.)

Kovalev Yu. L. Architecture of a tree // Znanie – sila. 1975. № 11. P. 36–38. (In Russ.)

Kovalev Yu. L. Biometric substantiation of the area of tree nutrition and optimal transparency of forest belts : abstract. diss. … candidate of agricultural sciences: 03.06.04 / Kovalev Yuri Lazarevich. Volgograd : All-Union Research Institute of Agroforestry Melioration, 1980. 22 p.

Martens M. J. M. Foliage as a low-pass filter: experiments with model forests in an anechoic chamber // Journal of the Acoustical Society of America. 1980. Vol. 67, № 1. P. 66–72.

Philip M. S. Measuring Trees and Forests. Second ed. CAB International, Oxon, UK, 1994. 310 p.

Pretzsch H. The effect of tree crown allometry on community dynamics in mixed-species stands versus monocultures. A review and perspectives for modeling and silvicultural regulation // Forests. 2019. Vol. 10. № 9. Article 810. URL: https://www.waldwachstum.wzw.tum.de/fileadmin/publications/Pretzsch_The_effect_2019.pdf (accessed 10.06.2024).

Ross Y. K. Radiation regime and architectonics of vegetation cover. Leningrad : Hydrometeoizdat, 1975. 344 p.

Shallenberger S. W., *Carvell K. L.*, *Smith C.* Crown/stem diameter relationship of four Appalachian hardwoods // West Virginia Forestry Notes. 1986. № 12. P. 4–6.

Sinitsyn S. G., *Sukhikh V. I.* The use of materials from multi-zone and space surveys in the interests of forestry // Aerospace research of the Earth. Moscow : Nauka, 1979. P. 86–101. (In Russ.)

Sukachev V. N., *Sonn S. V.*, *Motovilov G. P.* Methodological guidelines for the study of forest types. Moscow : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1957. 30 p.

Tanyukevich V. V. Meliorative role of phytomass of forest belts of steppe agricultural landscapes of the Middle and Lower Don river : abstract. diss. … doctor of agricultural sciences : 06.03.03 / Vadim Viktorovich Tanyukevich. Volgograd : All-Union Research Institute of Agroforestry Melioration, 2015. 47 p.

The role of tree crown on the performance of trees at individual and community levels: whole-phenotypic context matters / *J. Klipel*, *D. da Cunha Morales*, *K. M. Bordin* [et al.] // Plant Ecology. 2024. (Preprint). URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-024-01442-5 (accessed 16.06.2024).

Thill A. Qualité des grumes de quelques essences feuillues et de l'Épicéa commun // Bulletin de la Société royale forestière de Belgique. 1980. Vol . 87, № 1. P. 1–17.

Urazova A. F., *Nagimov Z. Ya.*, *Urazov P. N.* Taxation characteristics of protective forest belts along the Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky railway // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1. P. 101–111. (In Russ.)

Usoltsev V. A. Modeling of the structure and dynamics of forest phytomass. Krasnoyarsk : Publishing House of the Krasnoyarsk University, 1985. 191 p.

Usoltsev V. A. Vertical fractional structure of tree phytomass. The research of patterns. Yekaterinburg : USFEU, 2013. 603 p.

Электронный архив УГЛТУ

Информация об авторах

П. Н. Уразов – аспирант;
В. А. Усольцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. Ф. Уразова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Н. И. Плюха – аспирант.

Information about the authors

P. N. Urazov – postgraduate student;
V.A. Usoltsev – Doctor of Agricultural Sciences, professor,
A. F. Urazova – Candidate of Agricultural Sciences, associate professor;
N. I. Plyukha – postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 09.07.2024; принята к публикации 20.12.2024.
The article was submitted 09.07.2024; accepted for publication 20.12.2024.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 30–38.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 30–38.

Научная статья
УДК 630*8
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.004

ЗАВИСИМОСТЬ ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ ХВОЙНОЙ ЧАСТИ НАСАЖДЕНИЯ ОТ ТИПА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Сергей Юрьевич Януш[1], Дмитрий Александрович Данилов[2], Сергей Алексеевич Угрюмов[3]

[1–3] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[1, 2] Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха», Санкт-Петербург, Россия
[1] btkwood@mail.ru, http://orcid.org/0009-0006-0820-566X
[2] stown200@mail.ru, http://orcid.org/0000-0002-7504-5743
[3] ugr-s@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-8077-3542

Аннотация. Формирование товарности насаждений связано с изменением размерных характеристик дерева в процессе роста, количеством стволов разного качества, развитием фито- и энтомовредителей, стихийными природными воздействиями, антропогенными влияниями. Выход деловой древесины по сортам и категориям крупности, объем деловых сортиментов и дров по породам зависит прежде всего от возраста, состава, полноты древостоя и условий местопроизрастания (класса бонитета). Приведены результаты исследования товарной структуры и запаса древостоев в различных лесорастительных вариациях. Использованы ведомости материально-денежной оценки лесосек, расположенных в Гатчинском районном лесничестве Ленинградской области, Рылеевском участковом лесничестве. Проведен анализ товарной структуры хвойных насаждений сосны и ели, а также выбор целевого оптимального состава насаждения. Определена зависимость роста хвойных лесонасаждений от типа условий местопроизрастания данного региона изучения. При определении типов леса использовали лесотипологическую схему, применяющуюся в лесоустройстве и основанную на эдафофитоценотической классификации В. Н. Сукачева. В настоящее время более половины объема заготовки древесины в исследуемом регионе осуществляется с помощью многооперационных машин. Для увеличения рентабельности заготовки и выхода качественной продукции необходимы наставления операторам по влиянию различных пороков, протяженности гнилей различных стадий на выход сортиментов. Эти же рекомендации могут быть использованы при глазомерно-измерительной таксации устраиваемых лесоустроительных объектов. Итогом работы является научно обоснованное решение формирования товарности хвойных лесонасождений, повышение точности оценки ресурсного потенциала района обследования.

Ключевые слова: лесонасаждения, товарность, тип леса, таксация, размерно-качественные характеристики

© Януш С. Ю., Данилов Д. А., Угрюмов С. А., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Для цитирования: Януш С. Ю., Данилов Д. А., Угрюмов С. А. Зависимость товарной структуры хвойной части насаждения от типа лесорастительных условий // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 30–38.

Original article

DEPENDENCE OF THE COMMODITY STRUCTURE OF THE CONIFEROUS PART OF THE PLANTATION ON THE TYPE OF FOREST CONDITIONS

Sergey Yu. Yanush[1], Dmitry A. Danilov[2], Sergey A. Ugryumov[3]

[1–3] St. Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia
[1, 2] Leningrad Research Institute of Agricultural Sciences «Belogorka» – branch of the Federal State Budgetary Budgetary Institution «Federal Potato Research Center named after A. G. Lorkh», St. Petersburg, Russia
[1] btkwood@mail.ru, http://orcid.org/0009-0006-0820-566X
[2] stown200@mail.ru, http://orcid.org/0000-0002-7504-5743
[3] ugr-s@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-8077-3542

Abstract. The formation of plantations commodity is associated with changes in the dimensional characteristics of the tree during growth, the number of trunks of different quality, the development of phyto- and harmful insects, natural disasters, anthropogenic influences. The yield of the wood commodity by grades and size categories, the volume of merchantable assortment and firewood by species depends primarily on the age, composition, completeness of the stand and the conditions of the growing area (bonit class). The research results of commodity structure and stock of stands in various forest-growing variations are presented. The statements of material and monetary assessment of cutting areas located in the Gatchina forest district of the Leningrad region, Ryleevsky forest district were used. The analysis of the commodity structure of coniferous pine and spruce plantations, as well as the selection of the optimal target composition of the plantation, was carried out. The dependence of the growth of coniferous planted forests on the type of habitat conditions in the research region has been determined. When determining the types of forests, we used the forest typological scheme applied in forest management and based on the edaphophytocenotic classification by V. N. Sukachev was used. Currently, more than half of the wood harvesting volume in the research region is carried out using multi-operational machines. In order to increase the profitability of wood harvesting and yield high-quality products, it is necessary to instruct operators on the influence of various defects and the extent of rot at various stages on the yield of assortments. The same recommendations can be used in the eye-measuring taxation of forest management facilities. The result of the research is a scientifically based decision on the formation of commodity of coniferous forest stands, increasing the accuracy of assessing the resource potential of the research area.

Keywords: planted forest, commodity, type of forest, taxation, size and quality characteristics

For citation: Yanush S. Yu., Danilov D. A., Ugryumov S. A. Dependence of the commodity structure of the coniferous part of the plantation on the type of forest conditions // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 30–38.

Электронный архив УГЛТУ

Введение

Оптимально эффективное совокупное использование лесных ресурсов является одной из приоритетных задач современной лесной науки. Древесное сырье хвойных насаждений наиболее широко используется в лесной прромышленности нашей страны, в том числе в исследуемом районе (Гатчинский район Ленинградской области). В связи с истощением лесного фонда происходит перемещение лесозаготовок в менее продуктивные и доступные лесные площади, где еще сосредоточены существенные запасы древесины.

Анализ данных о товарной структуре лесонасаждений, оптимальная и безотходная переработка древесных сортиментов, прогнозирование товарности насаждений являются важной и актуальной задачей для текущего и стратегического планирования развития лесной отрасли.

Качественные характеристики запасов древесных насаждений по выходу товарной продукции зависят от происхождения леса, возрастной структуры, проведенных хозяйственных мероприятий и режима выращивания (Влияние условий…, 2007).

Товарная структура лесов в Гатчинском районе Ленинградской области имеет непропорциональность сбыта древесной продукции. При большом объеме мелкотоварной древесины предложение рынка сырья для производства балансов превышает спрос с одновременным ростом дефицита пиловочника. Проблема является многофакторной. Один из путей ее решения – стратегический подход к лесному планированию, основанный на поддержании информации о лесах в актуальном состоянии, оптимизации использования древесных ресурсов, а также разработке нормативов таксации сортиментной и товарной структуры насаждений с учетом целевого районирования и региональных особенностей насаждений (Коптев, 2015; Микрюкова, Торопов, 2008).

Одним из основных факторов снижения товарности хвойников в Гатчинском районе являются напенные и стволовые гнили. Выявление естественных барьеров, которые могут противопоставить деревья распространению гнилей, является одной из важнейших лесоводственных задач (Микрюкова, Торопов, 2015).

Наиболее высокой товарностью характеризуются высокобонитетные хвойные насаждения, низкой – мягколиственные насаждения, особенно осинники, березняки и порослевые дубовые насаждения. Товарность леса по данным перечислительной таксации при отводе лесосек определяется по сортиментным таблицам (Анучин, 1982).

В сосново-еловых насаждениях с примесью мягколиственных пород конкурентные взаимоотношения могут обостряться или оставаться умеренными. Крупные деревья лиственных пород, оставленные после рубок ухода, оказывают конкурентное давление в основном на ель, а иногда и на сосновый элемент леса. Поэтому во избежание усиления отпада хвойных пород и снижения их запаса к возрасту главной рубки, необходимо при уходе за лесом оставлять деревья лиственных пород с диаметром ниже среднего по отношению к хвойному ярусу.

При изреживании смешанного хвойного древостоя рубками ухода необходимо перенаправлять дополнительный прирост на целевую породу таким образом, чтобы ее средний диаметр в насаждении был постоянно выше диаметра сопутствующей породы. Если с помощью рубок повышать средний диаметр равномерно у обеих хвойных пород, то тем самым можно обострить межвидовые отношения между ними до возраста спелости, что вызовет нежелательный отпад (Волобуева, Смертин, 2000).

Актуальным является и выявление закономерностей формирования товарной структуры, факторов устойчивости отдельных деревьев и насаждений к негативным внешним воздействиям. Плохие климатические условия, создавшие благоприятную обстановку для развития короеда-вредителя, привели к масштабному усыханию старовозрастных еловых насаждений. Товарность лесонасаждений и свойства древесины при этом меняются в худшую сторону. Для практической таксации ельников с признаками массового усыхания необходима разработка новых нормативов и рекомендаций, учитывающих степень деградации насаждения.

Изучаемая в работе тематика является востребованной в точности оценки лесных ресурсов при определении товарности.

Электронный архив УГЛТУ

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Целью работы является исследование формирования товарности хвойной части насаждения для научно обоснованного решения проблемы, повышения точности оценки ресурсного потенциала. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

– провести исследование комплекса закономерных связей и факторов формирования сортиментной и товарной структуры хвойников с учетом региональных особенностей типа леса;

– исследовать товарность хвойников при сплошной заготовке;

– провести экспертную оценку вопросов эффективности использования лесных ресурсов.

Методы исследования заключались в анализе и оценке процессов закономерностей формирования товарности в зависимости от типа лесорастительных условий произрастающих насаждений в пределах Гатчинского района.

В работе использовались статистика данных, основанная на вероятностном подходе, определившем состав и структуру изучаемых объектов, достоверность результатов.

Объектами исследования служили лесосеки с преобладанием сосновых и еловых насаждений, наиболее характерные по составу, полноте и другим важным таксационным параметрам.

Выполнена обработка и экспертная оценка 16 лесосек, заготовленных в период с 2010 по 2018 гг., расположенных в границах Гатчинского лесничества Рылеевского участкового лесничества.

Гатчинское лесничество расположено в юго-западной части Ленинградской области на территории Гатчинского муниципального округа, относится к среднетаежному району европейской части Российской Федерации таежной лесорастительной зоны.

Климат территории лесничества, как и области в целом, обусловливается положением его в северных широтах с довольно продолжительной умеренно холодной зимой и неустойчивым режимом погоды.

Равнинность рельефа, суглинистый механический состав почв, слаборазвитость сети ручьев и рек является причиной слабой дренированности и общей избыточной увлажненности значительной части территории лесничества. Все это привело к заболоченности лесного фонда.

Наибольший процент торфяных почв занимают сосновые насаждения. Почти половина их с низкой производительностью. По имеющимся данным можно сделать вывод, что более отзывчивы на осушение молодые насаждения. В связи с этим желательна замена всех перестойных насаждений, произрастающих на осушенных почвах, молодыми. Общая площадь участкового лесничества составляет 16 351 га (Кокорин, Поваров, 2023).

Объем основного собранного и исследованного материала располагался на площади 63,1 га, из которых 43,8 га были с преобладанием сосновых насаждений, 19,3 га – с преобладанием ели. Проведен расчет объема хвойной части исследуемых площадей к общему объему лесозаготовки в процентном соотношении в пересчете на 1 га без учета дровяной древесины, проанализированы данные по выходу товарности древесины.

Результаты и их обсуждение

Расчеты и анализ общего запаса, запаса крупной, средней и мелкой деловой древесины выполнялись на лесосеках при сплошной заготовке спелых и перестойных насаждений, представленных основными двумя лесообразующими породами хвойного хозяйства: сосной и елью.

Результаты вычислений сравнивали с общим запасом и запасами различных категорий древесины, определенными на основании данных сплошных, ленточных перечетов, способом таксации круговыми реласкопическими площадками и обмерами модельных деревьев (таблица).

График зависимости товарной структуры хвойной части насаждения с преобладанием сосны (рис. 1) показывает, что процентное содержание крупной, средней и мелкой древесины находится практически на одном уровне вне зависимости от типа лесорастительных условий. Сосновые насаждения преобладают в чернично-кисличных и долгомошных типах леса.

Электронный архив УГЛТУ

Процентное содержание хвойной части насаждения к общему объему лесосеки
при различных типах лесорастительных условий
The percentage of coniferous part of the plantation to the total volume
of the cutting area under various types of forest conditions

№	Состав насаждения The composition of the plantation	Крупная, %/га Large wood %/h	Средняя, %/га Medium wood %/h	Мелкая, %/га Fine wood %/h	Группа леса Forest group	Разряд такс. Taxation category	Тип лесораст. условий* Types of forest condition
Преобладающая порода сосна The predominant tree species pine							
Чернично-кисличная серия типов леса Blueberry – sourberry forest type series							
1	3С3Е1Б3Ос 3Pine3Fir1Brith3Aspen	19,9	46,2	15,4	I	III	ЧС А2 Fresh blueberry
2	7С2Ос1Б 7Pine2Aspen1Birch	36,8	45,9	14,7	II	II	ЧВ А3 Blueberry moist
3	6С3Е1Б 6Pine3Fir1Birch	36,1	43,7	15,1	II	III	ЧВ А3 Blueberry moist
4	7С2Б1Ос+Е+Б 7Pine2Birch1Aspen+Fir+Birch	37,6	43,7	13,2	II	III	ЧС А2 Fresh blueberry
Долгомошная серия типов леса Long-range series of forest types							
1	9С1Е 9Pine1Fir	27,7	51,6	18,3	II	III	ДЛО А3 Dolgo-moshnydrained
2	9С1Б 9Pine1Birch	3,6	55,6	18,6	II	II	ДЛ А4 Dolgomoshny
3	5С4Б1Е 5Pine4Birch1Fir	34,1	43,0	15,2	II	III	ДЛО А3 Dolgo-moshnydrained
4	7С1Е2Б+Олс 7Pine1Fir2Birch	39,5	42,4	12,9	II	II	ОСО А3 Sedge-sphagnum drained
Преобладающая порода ель The predominant tree species fir							
Черничо-кисличная серия типов леса Blueberry-sourberry forest type series							
1	7Е3Б+Ос+Олс 7Fir3Birch+Aspen+ Alder	51,6	24,6	10,2	II	II	КС С2 Sour
2	9Е1Б+Е+Ос+С 9Fir1Birch+Fir+Aspen+Alder	32,2	22,8	8,0	I	III	КС С2 Sour
3	9Е1С+Б+Ос+Ол 9Fir1Pine+Birch+Aspen+Alder	29,3	33,9	13,0	I	III	КС С2 Sour
4	8Е2С+Ос 8Fin2Pine+Aspen	30,5	29,7	8,5	I	III	ЧВ А3 Blueberry moist
5	6Е4Ос+Б 6Fir4Aspen+Birch	25,8	46,1	16,9	I	III	ЧВ А3 Blueberry moist
6	5Е1С3Б1Ос 5Fir1Pine3Birch1Aspen	23,3	45,0	23,3	II	III	ЧВ А3 Blueberry moist

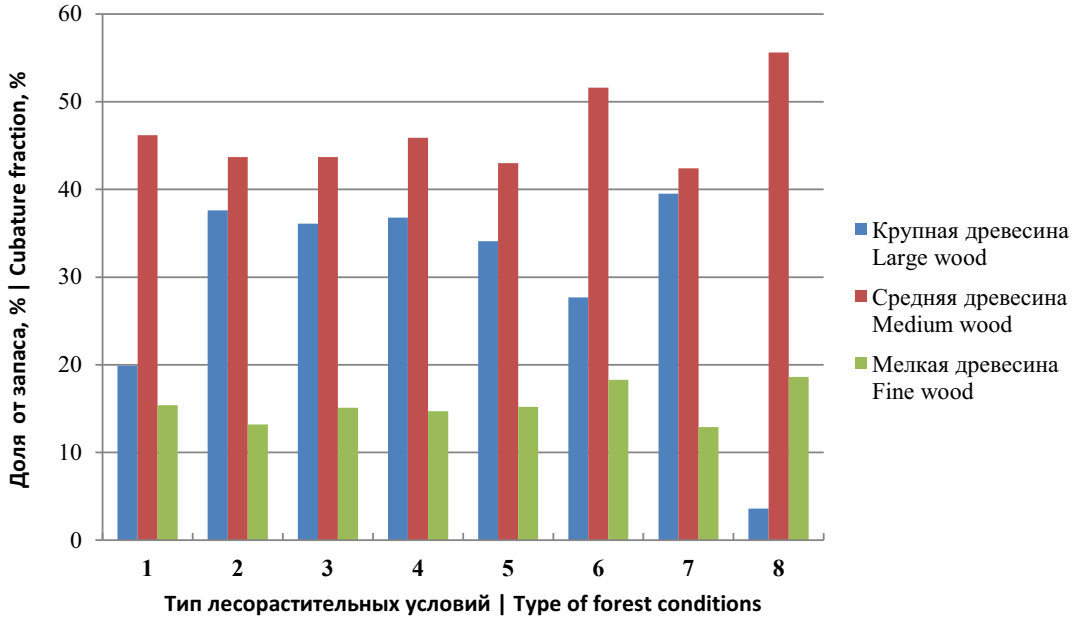
Электронный архив УГЛТУ

Окончание таблицы
The end of the table

Травяно-таволжная серия типов леса Grass-meadow series of forest types							
1	5Е4С1Б 5Fir4Pine1Birch	34,5	38,4	14,5	I	III	ТТ С4 Herbal tea
2	4Е3Ос2С1Б 4Fir3Aspen2Pine1Birch	44,3	37,7	12,2	II	II	ТТ С4 Herbal tea

* Типы лесорастительных условий:

ЧС А2 – черничный свежий (fresh blueberry); ЧВ А3 – черничный влажный (blueberry moist); ДЛО А3 – долгомошный осушенный (dolgomoshny drained); ДЛ А4 – долгомошный (dolgomoshny); ОСО А3 – осоко-сфагновый осушенный (sedge-sphagnum drained); КС С2 – кисличный (sour); ЧВ А3 – черничный влажный (blueberry moist); ТТ С4 – травяно-таволжный (herbal tea).



1 – ЧС А2(3С3Е1Б3Ос) | Fb 3P3F1B3As;
2 – ЧС А2(7С2Б1Ос+Е+Б) | Fb 7P2B1As+F+B;
3, 4 – ЧВ А3(6С3Е1Б) | Bm 6P3F1B;
5 – ЧВ А3(7С2Ос1Б) | Bm 7P3F1B;
6 – ДЛО А3(9С1Е) | Dd 9P1F;
7 – ОСО А3(7С1Е2Б+Олс) | Ssd 7P1F2B;
8 – ДЛ А4(9С1Б) | D 9P1B.

Рис. 1. Зависимость товарной структуры хвойной части насаждения лесосек с преобладанием сосны от типа лесорастительных условий
Fig. 1. Dependence of the commodity structure of the coniferous part of the plantation of pine-dominated cutting areas on the type of forest conditions

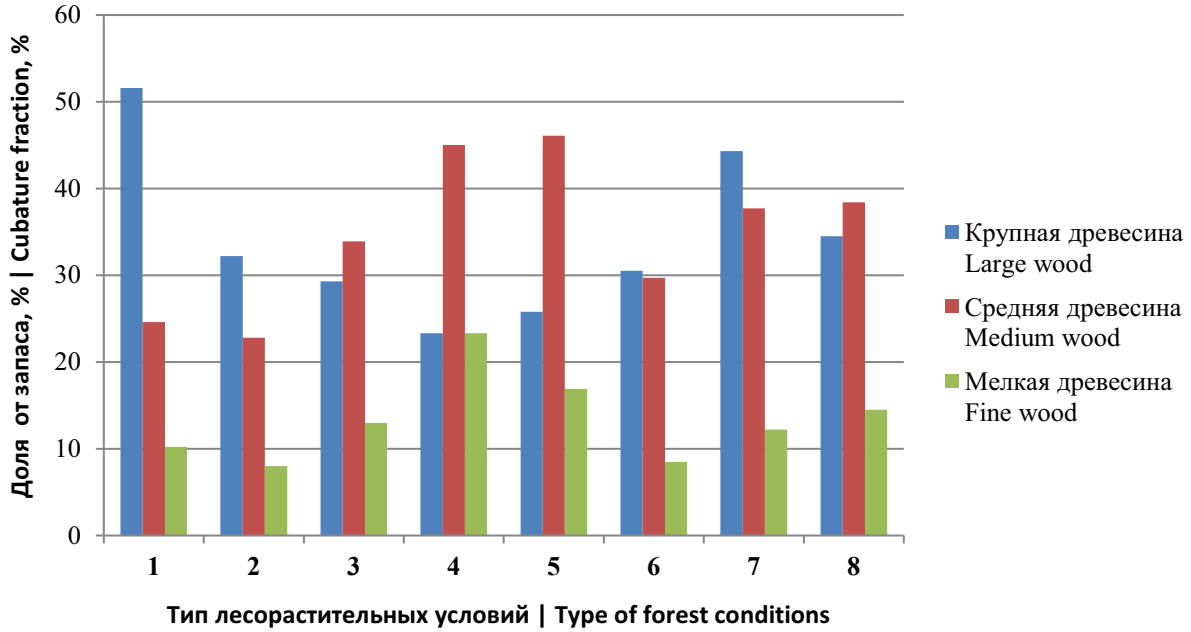
Типы леса, входящие в эту серию по своему происхождению, морфологическим признакам, динамике развития древостоев и условиям произрастания, отражают в себе черты, свойственные кисличникам и черничникам. Они занимают достаточно дренированные местоположения со слабо грубогумусными, среднеподзолистыми, свежими почвами на валунных суглинках или ленточных глинах. В отличие от кисличников черничнокисличные типы леса приурочены к несколько пониженным местам, где почвы более увлажненные. Древостои характеризуются относительно высокой производительностью, чаще всего смешанного состава и сложной структуры. Бонитет II.

Электронный архив УГЛТУ

В сосняках-долгомошниках почва биологически малоактивная, торфянистая, слабоподзолистая, глеевая, тяжелосуглинистая на валунном суглинке и ленточной глине. Минерализация органического отпада протекает медленно и вызывает накопление значительной толщи торфянистого горизонта. Условия, определяющие плодородие почв, значительно ухудшены по сравнению с таковыми в сосняках-черничниках. В средневозрастных насаждениях много чистых сосняков, а в молодняках значительное участие в составе принимает береза и изредка ольха. Древостои – простые, II–IV бонитета, максимальные запасы достигают 220 м^3 на 1 га. Этот тип леса обычно образуется под влиянием сплошных рубок.

На графике с преобладанием ели (рис. 2) товарная структура древесины показывает неравномерность распределения по толщине на всех типах лесорастительных почв. Просматривается небольшое содержание мелкотоварной древесины в кисличной части типа леса по сравнению с таковым в других. Наибольшее содержание крупнотоварной древесины также находится в черничнокисличных условиях.

Ельники-кисличники. Древостои этого типа, как правило, простые, одноярусные. Насаждения относятся к I–II классу бонитета, преобладают высокие полноты, запасы варьируются в пределах 220–290 м^3/га. Под пологом средне- и малополнотных насаждений имеется хорошего и удовлетворительного качества еловый подрост средней густоты или редкий группового и равномерного размещения. Живой напочвенный покров в сомкнутых насаждениях ельника-кисличника не достигает большой густоты, он обычно рыхлый. В черничной части большое содержание крупной, в травяно-таволожной серии преобладает выход деловой крупной и средней части древесины.



1 – КС С2(7Е3Б+Ос+Олс) | S 7F3B+As+Al;
2 – КС С2(9Е1Б+Е+Ос+С) | S 9F1P+F+As+Al;
3 – КС С2(9Е1С+Б+Ос+Ол) | S 9F1P+B+As+Al;
4 – ЧВ А3(5Е1С3Б1Ос) | Bm 5F1P3B1As;
5 – ЧВ А3(6Е4Ос+Б) | Bm 6F4As+B;
6 – ЧВ А3(8Е2С+Ос) | Bm 8F2P+As;
7 – ТТ С4(4Е3Ос2С1Б) | Ht 4F3As2P1;
8 – ТТ С4(5Е4С1Б) | Ht 5F4P1B.

Рис. 2. Зависимость товарной структуры хвойной части насаждения лесосек с преобладанием ели от типа лесорастительных условий
Fig. 2. Dependence of the commodity structure of the coniferous part of the spruce-dominated cutting area on the type of forest conditions

Электронный архив УГЛТУ

Ельник-черничник – это коренной тип леса, почва грубогумусная, среднеподзолистая, суглинистая, влажная на валунном суглинке. Древостои характеризуются средней производительностью III класса бонитета, реже II. По форме насаждения ельников-черничников встречаются как простые, так и сложные. Преобладают в этом типе леса одноярусные древостои. Двухъярусные формируются начиная с IV класса возраста. Запасы изменяются с возрастом насаждений в зависимости от класса возраста, они составляют от 20 до 290 м^3/га. Еловый подрост представлен несколькими поколениями разной высоты и возраста.

Выводы

1. Вне зависимости от типа лесорастительных условий в хвойной части насаждения с преобладанием сосны наблюдается приоритетное содержание древесины средней размерности, максимальное содержание мелкой древесины на исследуемых лесосеках не превышает 18 %. Ряды распределения товарности имеют ровный сбалансированный график по крупности сортиментов.

2. В еловых насаждениях, напротив, наблюдается неравномерное распределение по ступеням толщины в чернично-кисличной серии, максимальное значение крупной древесины достигает более 50 % и мелкой – менее 10 %. Травяно-таволожный тип в еловых насаждениях также представлен равномерным распределением.

3. В процессе формирования смешанных сосново-еловых насаждений, необходимо увеличивать долю сосны на более ранних этапах развития древостоев, чтобы к возрасту главной рубки с единицы площади получать больший объем древесины с более крупными стволами (Данилов, 2016).

4. Эффективное использование земель по типам леса, направленное на рациональную эксплуатацию, расширит функциональные возможности при принятии управленческих решений в области заготовки и комплексной переработки древесины.

5. Полученные результаты расчетов позволяют объективно спрогнозировать выход товарной древесины на лесосеке в различных почвенных условиях, а также обосновать целесообразность внедрения неиспользуемых сельскохозяйственных угодий и дальнейшее вовлечение их в покрытую лесом площадь.

6. Возможное использование залежных земель определяется требованиями сегодняшнего дня и перспективными стратегическими планами развития науки и лесного хозяйства. Проведенная оценка товарности лесосеки дает возможность получения объективной картины состояния лесных угодий.

Список источников

Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для вузов. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Влияние условий местопроизрастания на качество древесины сосны (*Pinus Sylvestris* l.) в посевах / *Н. А. Бабич*, *В. И. Мелехов*, *А. М. Антонов* [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24, № 1. С. 54–58.

Волобуева Л., *Смертин Н. Г.* Почему гибнут Гатчинские леса? 2000. URL: https://www.eco.nw.ru/ (дата обращения: 01.04.2025).

Данилов Д. А. Особенности формирования смешанных древостоев, товарная структура и плотность древесины сосны и ели : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук : 06.03.02 / *Данилов Д. А.* СПб. : СПбГЛТУ, 2016. 41 с.

Кокорин С. Г., *Поваров Д. Е.* Лесохозяйственный регламент Гатчинского лесничества Ленинградской области. СПб. : «Севзаплеспроект», 2023. 364 с.

Коптев С. В. Закономерности формирования и региональные особенности товарной структуры северотаежных ельников европейского севера России : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук : 06,03.01, 06.03.02 / *Коптев Сергей Викторович.* Архангельск : САФУ им. М. В. Ломоносова, 2015. 42 с.

Электронный архив УГЛТУ

Микрюкова Е. В., *Торопов А. С.* Исследование выхода пилопродукции из комбинированного пиловочника с напенной гнилью // Вестник института: преступление, наказание, исправление. 2015. № 1 (29). С. 75–78.

Микрюкова Е. В., Торопов А. С. Способ раскроя хлыстов, пораженных сердцевинной гнилью // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2008. № 4. С. 85–88.

References

Anuchin N. P. Forest taxation : textbook for universities. Moscow : Forest Industry Publ., 1982. 552 p.

Danilov D. A. Features of the formation of mixed stands, commodity structure and density of pine and spruce wood : abstract of the dissertation… Doctor of Agricultural Sciences : 03.06.02 / *Danilov D. A.* St. Petersburg : St. Petersburg State Technical University, 2016. 41 p.

Kokorin S. G., *Povarov D. E.* Forestry regulations of the Gatchina forestry district of the Leningrad region. Saint Petersburg : Sevzaplesproekt, 2023. 364 p.

Koptev S. V. Patterns of formation and regional features of the commodity structure of the Northern taiga spruce forests of the European north of Russia : abstract of the dissertation … Doctors of Agricultural Sciences : 06.03.01, 06.03.02 / *Koptev Sergey Viktorovich.* Arkhangelsk : M. V. Lomonosov NArFU, 2015. 42 p.

Mikryukova E. V., *Toropov A. S.* Investigation of the yield of sawn products from a combined sawmill with soil rot // Bulletin of the Institute: crime, punishment, correction. 2015. № 1 (29). P. 75–78. (In Russ.)

Mikryukova E. V., *Toropov A. S.* Method of cutting whips affected by core rot // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Lesnoy Vestnik. 2008. № 4. P. 85–88. (In Russ.)

The influence of growing conditions on the quality of pine (Pinus Sylvestris L.) wood in crops / *N. A. Babich*, *V. I. Melekhov*, *A. M. Antonov [et al.]* // Conifers of the boreal zone. 2007. Vol. 24, № 1. P. 54–58. (In Russ.)

Volobuyeva L., *Smertin N. G.* Why are Gatchina Forests dying? 2000. URL: https://www.eco.nw.ru/ (accessed 01.04.2025).

Информация об авторах

С. Ю. Януш – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Д. А. Данилов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
С. А. Угрюмов – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors

S. Yu. Yanuch – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
D. A. Danilov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;
S. A. Ugryumov – Doctor of Technical Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 07.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 07.04.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 39–50.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 39–50.

Научная статья
УДК 630.91 / 630.63
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.005

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ РАСШИРЕНИЯ КАТЕГОРИЙ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОВ ПРИ СОЗДАНИИ ЛЕСНИЧЕСТВ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Любовь Александровна Сувик[1], Андрей Евгеньевич Морозов[2]

[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] suwick.luba@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0002-7706-4814
[2] morozovae@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0002-2373-1151

Аннотация. Статья посвящена созданию лесов на землях населенных пунктов и способам решения вопроса развития жилых и рекреационных территорий городов промышленного региона при включении в границы городов земель из состава земель лесного фонда. В статье обосновывается необходимость расширения категорий защитных лесов при создании лесничеств на землях населенных пунктов в контексте развития городских территорий. Предлагается способ решения вопросов, связанных с организацией лесных территорий на примере муниципального образования «город Екатеринбург», территорий лесопаркового зеленого пояса вокруг Екатеринбурга и необходимостью урегулирования вопроса с организацией лесов на особо охраняемых природных территориях в границах земель населенных пунктов. Вопросы изменения границ городских лесов, которые в настоящий момент недостаточно урегулированы и находятся в зоне конкурирующего действия норм градостроительного, земельного и лесного законодательства, должны быть устранены через организационно-правовое регулирование государства, закреплены в лесоустроительной инструкции и в перечне объектов капитального строительства. Как для развития территорий жилой и промышленной застройки, так и для создания лесов, как части зеленого каркаса города, необходимого в связи с превышенной нагрузкой на экологический сектор города из-за плотности застройки, близости дорог, развития промышленных предприятий, решение задачи может быть достигнуто с помощью комплекса специальных организационно-правовых мер. Рассматривается необходимость смены подхода к организации и изменению городских лесничеств. Для создания лесничеств, проектируемых на землях населенного пункта, предлагаются защитные леса различных категорий.

Ключевые слова: леса на землях населенных пунктов, защитные леса, городские леса, особо охраняемые природные территории, муниципальное образование «город Екатеринбург»

Для цитирования: Сувик Л. А., Морозов А. Е. К вопросу о необходимости расширения категорий защитных лесов при создании лесничеств на землях населенных пунктов // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 39–50.

© Сувик Л. А., Морозов А. Е., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

TO THE ISSUE OF THE NEED TO EXPAND THE CATEGORIES OF PROTECTIVE FORESTS WHEN CREATING FOREST DISTRICTS ON THE LANDS OF SETTLEMENTS

Lyubov A. Suvik[1], Andrey E. Morozov[2]

[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[1] suwick.luba@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0002-7706-4814
[2] morozovae@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0002-2373-1151

Abstract. The article is devoted to the creation of forests on the lands of settlements and ways to solve the issue of developing residential and recreational areas of cities in an industrial region when including lands from the forest fund into the boundaries of cities. The article substantiates the need to expand the categories of protective forests when creating forests districts on the lands of populated areas in the context of the development of urban areas. A method for solving issues related to the organization of forest areas is proposed using the example of the municipality of Yekaterinburg, the territories of the forest park green belt around the city of Yekaterinburg and the need to resolve the issue of organizing forests located in specially protected natural areas within the boundaries of forests located on the lands of settlements. The issues of changing the boundaries of urban forests, which are currently insufficiently regulated and are in the zone of competing action of the norms of urban planning, land and forestry legislation, should be eliminated through the organizational and legal regulation of the state, enshrined in the forest management instructions and in the list of capital construction projects. Both for the development of residential and industrial development areas and for the creation of forests as part of the green framework of the city, necessary in connection with the excess load on the ecological sector of the city due to the density of development, proximity of roads, development of industrial enterprises, the solution to the problem can be achieved with the help of a set of special organizational and legal measures. The need to change the approach to the organization and change of urban forest districts is considered. For the creation of forest districts, designed on the lands of a settlement, protective forests of various categories are offered.

Keywords: forests on the lands of settlements, protective forests, urban forests, specially protected natural areas, municipality of Yekaterinburg

For citation: Suvik L. A., Morozov A. E. To the issue of the need to expand the categories of protective forests when creating forest districts on the lands of settlements // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 39–50.

Введение

Постоянный рост городов, их площади и численности населения, повышение их роли в социально-экономическом развитии страны, формирование городской природной среды является сутью процесса урбанизации (Басыйров, 2013).

Лес выполняет очень важные экологические задачи в городской среде и уменьшает негативные последствия урбанизации: поглощает и сохраняет в себе углерод, спасает от перегрева, снижает уровень шума, загрязнения воздуха и служит рекреационной зоной (Мелехов, 2005).

Территории лесных насаждений в составе лесов, расположенных на землях населенных пунктов, входят в зеленый фонд городских и сельских населенных пунктов. К наиболее посещаемым населением территориям лесов, которые по своему функциональному назначению относятся к рекреационным территориям городов, являются городские леса, лесопарки и зеленые зоны. При ведении

Электронный архив УГЛТУ

хозяйства в них следует учитывать, что они должны быть эстетически приятны и устойчивы к рекреационным нагрузкам (Залесов, 2020).

Увеличение площади защитных лесов в зеленом фонде способствует реализации принципов государственной политики в части соблюдения прав граждан на благоприятную окружающую среду, а также решению многих социально-экономических, экологических проблем промышленных регионов (Круглов, 2013).

По итогам пленарного заседания Общероссийского народного фронта «Форум действий» по поручению Президента Российской Федерации (далее – поручение Президента) муниципальным органам необходимо создать на территориях, подведомственным им, городские лесничества.

Согласно лесоустроительной инструкции на землях населенных пунктов осуществляется проектирование городских лесов и лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях (далее – леса ООПТ). Вместе с тем нормами ст. 111, 122 Лесного кодекса Российской Федерации (2006) (далее − Лесной кодекс) размещение в населенных пунктах только лишь городских лесов и лесов ООПТ не ограничивается. Формулировка данных статей Лесного кодекса, а также фактическое нахождение в границах городов лесопарковых зон и лесопарковых зеленых поясов с более широким перечнем объектов, возможных к размещению в них, позволяет рассмотреть допустимость размещения в городе иных защитных лесов, что позволит эффективно и рационально использовать городские территории, решит ряд градостроительных задач, а также позволит сделать леса более комфортными для пребывания граждан.

Целью настоящего исследования является обоснование необходимости расширения категорий защитных лесов при создании лесничеств на землях населенных пунктов в рамках решения экологических, градостроительных и иных социально значимых задач при развитии городских территорий.

Объектом исследования является муниципальное образование «город Екатеринбург» (далее – МО «город Екатеринбург»).

Результаты и их обсуждение

По данным государственного лесного реестра, на момент включения территорий земель лесного фонда близлежащих лесничеств в границы города Екатеринбурга (в соответствии с генеральным планом развития городского округа − МО «город Екатеринбург» на период до 2025 г., утвержденным решением Екатеринбургской городской думы от 06 июля 2004 г. № 60/1) площадь лесов на землях населенных пунктов МО «город Екатеринбург» составляет 52 237 га. Данная площадь лесов на землях населенных пунктов МО «город Екатеринбург» сохранилась неизменной по настоящее время в государственном лесном реестре.

В указанную площадь входят территории созданных лесничеств:

– Екатеринбургского лесничества (городские леса);

– Екатеринбургского лесопаркового лесничества (городские леса);

– Свердловского участкового лесничества Свердловского военного лесничества Министерства обороны Российской Федерации (леса, расположенные в лесопарковых зонах).

Помимо территорий, в отношении которых организованы лесничества, в площадь лесов на землях населенных пунктов, в отношении которых также должны быть проведены работы по организации лесничеств, входят территории бывших сельских лесов, бывших земель лесного фонда, особо охраняемой природной территории областного значения «Лесной парк культуры и отдыха им. Маяковского» и иных территорий, в том числе вошедших в лесопарковый зеленый пояс вокруг Екатеринбурга.

Также в связи с фактическим расположением в границах города Екатеринбурга земель лесного фонда, запланированных к исключению из состава региональных лесничеств в рамках «лесной амнистии», указанные территории залесенные, но не учтенные в площади лесов населенных пунктов МО «город Екатеринбург», могут быть также использованы как территории общего пользования либо как рекреационные территории, а также в качестве компенсационных лесных участков.

Электронный архив УГЛТУ

На момент направления поручения Президента Российской Федерации в городских лесах для осуществления рекреационной деятельности допускались к размещению объекты из перечня объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.05.2013 г. № 849-р (далее − перечень объектов), который не включал в себя коммуникации, необходимые для нормального функционирования тех же объектов рекреационной деятельности, а также гидротехнические сооружения, предусмотренные к размещению Лесным кодексом.

В 2021 г. в отношении лесных участков, предоставленных на праве постоянного бессрочного пользования в целях организации отдыха, физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности, а также на части площади лесного участка, не занятой лесными насаждениями, вышеуказанный перечень объектов был дополнен соответствующими недостающими коммуникациями, а также иными объектами, но по-прежнему не включал в себя гидротехнические сооружения.

Полномочиями по принятию решений по созданию либо упразднению лесничеств, расположенных на землях населенных пунктов, установлению и изменению их границ органы местного самоуправления наделены с 01 января 2022 г. Указанные полномочия направлены на ускорение организации территорий городских лесничеств на местном уровне и увеличение показателей исполнения поручения Президента Российской Федерации.

Ввиду замены дополненного перечня объектов на перечень объектов капитального строительства, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов (далее − перечень объектов капитального строительства), утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2022 г. № 1084-р, а также перечень некапитальных строений, сооружений, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов (далее − перечень некапитальных объектов), утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 апреля 2022 г. № 999-р, с ограничением в указанных перечнях объектов рекреационного назначения, а также ввиду отсутствия методических документов для новых функций муниципалитетов работа по созданию и развитию данных территорий лесов и организации на них лесничеств замедлилась.

Леса города стали объектом конфликта между заинтересованными сторонами. Сегодня все чаще представители бизнеса видят в лесах потенциал для строительства объектов, возведение которых приводит к потере экологической ценности лесных территорий. Общественники и жители стремятся сохранить естественную среду (Чекменев, 2024).

Эксплуатация многих объектов, которые уже были возведены и могли быть использованы для рекреации и развития территорий жилых районов, даже если они планировались ранее документами территориального планирования и другими правоустанавливающими документами, стали невозможны. Создание и развитие городских лесов на части отведенной для них территории стало нецелесообразно и в ряде случаев недопустимо.

Решение вопросов развития территорий как жилой и промышленной застройки, так и создания лесов как территорий зеленого каркаса города, организация которого стала жизненно необходима для поддержания благополучия и здоровья населения, в связи с превышенной нагрузкой на экологический сектор города из-за плотности застройки, близости дорог, развития промышленных предприятий может быть достигнуто с помощью комплекса специальных организационно-правовых мер, являющихся частью государственной политики (Круглов и др., 2019).

Вопросы изменения границ городских лесов в настоящий момент недостаточно урегулированы и находятся в зоне конкурирующего действия норм градостроительного, земельного и лесного законодательства, в ряде случаев противоречащих друг другу (Чекменев, 2024).

Ряд юридических инструментов в части закрепления границ лесов предусматривает лесное законодательство. Проведение лесоустройства

Электронный архив УГЛТУ

является основой для определения границ лесов и обеспечивает создание сведений, являющихся основой для принятия решений о границах лесов.

Ввиду четкой позиции по созданию и проектированию лесничеств в городах наиболее предпочтительными для создания лесов на землях населенных пунктов остаются городские леса, а также леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях, которые, помимо своего режима особой охраны, должны эксплуатироваться с учетом особенностей использования лесов, расположенных на землях населенных пунктов.

В старых и новых нормах по изменению лесов, расположенных в зеленых и лесопарковых зонах, указана необходимость отражения в графических материалах сведений о границах населенных пунктов, на территории которых осуществляется изменение границ земель, на которых расположены леса в лесопарковых и зеленых зонах. Данное требование подтверждает возможность проектирования на землях населенных пунктов территорий, на которых расположены леса, в лесопарковых и зеленых зонах.

Важно отметить, что в градостроительном и в лесном законодательстве даны неоднозначные определения зеленых и лесопарковых зон, их назначения и местоположения.

Согласно Лесному кодексу (2006) к лесам, расположенным в зеленых зонах, отнесены леса, расположенные на землях лесного фонда и землях иных категорий, выделяемые в целях обеспечения защиты населения от воздействия неблагоприятных факторов природного и техногенного характера, сохранения и восстановления окружающей среды.

По Лесному кодексу Российской Федерации от 29.01.1997 г. № 22-ФЗ, действовавшему до 01.01.2007 г., указанные леса относились к лесам первой группы, которые также могли находиться на землях поселений (в настоящее время – земли населенных пунктов).

Согласно СП 42.13330.2016 зеленая зона определяется как территория, включающая озелененные территории общего пользования (лесопарки, парки, сады, скверы, бульвары, городские леса) и другие озелененные территории, выполняющие защитные санитарно-гигиенические и рекреационные функции, в том числе зоны отдыха населения.

В соответствии с СП 82.13330.2016 зеленая зона − территория лесного фонда, расположенная за пределами городской черты, занятая лесами и лесопарками.

Согласно ГОСТ 17.5.3.01–78 зеленые зоны городов должны быть выделены на землях лесного фонда, расположенных за пределами городской черты.

Создание и уход за запретными полосами и за защитными лесами, в том числе городскими лесами, лесами в лесопарках, и иная хозяйственная деятельность, разрешенная в защитных лесах, предусмотрены также классификатором видов разрешенного использования земельных участков, утвержденным приказом Росреестра от 10.11.2020 г. № П/0412.

Помимо реализации поручений Президента Российской Федерации по организации городских лесов и созданию лесничеств, ввиду противоречий лесоустроительной инструкции и норм ст. 111, 122 Лесного кодекса (2006) в отношении лесов на землях населенных пунктов в МО «город Екатеринбург» имеются нерешенные вопросы, связанные со следующими территориями, в отношении которых, по нашему мнению, должен применяться особый подход к их организации и изменению.

1. *Лесопарковый зеленый пояс вокруг Екатеринбурга*, в состав которого также входят покрытые древесно-кустарниковой растительностью территории. В лесопарковом зеленом поясе допускаются к размещению следующие объекты: гидротехнические сооружения, линии связи, линии электропередачи, трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии, другие линейные объекты и являющиеся неотъемлемой технологической частью указанных объектов здания, строения, сооружения, а также объекты здравоохранения, образования, объекты для осуществления рекреационной деятельности, туризма, физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности. Вместе с тем лесопарковый зеленый пояс не является объектом, отнесенным к особо

Электронный архив УГЛТУ

охраняемым природным территориям, в связи с чем создание лесов ООПТ не нем не обосновано.

В силу того, что большинство объектов, допустимых в лесопарковом зеленом поясе, запрещено в городских лесах, ни городские леса, ни леса ООПТ для лесопаркового зеленого пояса не применимы. Но ввиду того, что в границах лесопарковых зеленых поясов предусматриваются мероприятия по защите лесов, для организации лесов, расположенных на землях населенных пунктов, на данной территории целесообразно устанавливать иные категории защитных лесов.

2. *Свердловское участковое лесничество Свердловского военного лесничества Министерства обороны Российской Федерации*, часть территории которого находится на землях населенных пунктов МО «город Екатеринбург» и занята лесами, расположенными в лесопарковых зонах.

Генеральным планом городского округа – МО «город Екатеринбург» на период до 2045 г., утвержденным приказом Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 01.06.2023 г. №335-П, в целях соединения отдаленных районов Екатеринбурга и улучшения транспортной доступности запланирована дорога регионального и (или) межмуниципального значения. Для реализации строительства данной дороги потребуется изменение границ данного военного лесничества с предварительным изменением лесов военного лесничества, расположенных в лесопарковых зонах.

3. *Территория особо охраняемой природной территории областного значения «Лесной парк культуры и отдыха им. Маяковского»* (далее – Лесной парк им. Маяковского), частично расположенная в городских лесах Екатеринбургского лесопаркового лесничества. Большая часть территории Лесного парка им. Маяковского выведена из границ областных городских лесов, не вошедших в состав проектируемого Екатеринбургского лесопаркового лесничества, для дальнейшего проектирования на ней муниципальных городских лесов. Вместе с тем ситуация по данной территории, одновременно являющейся особо охраняемой природной территорией и территорией Центрального парка культуры и отдыха им. Маяковского с расположенными на ней объектами рекреации, в том числе капитальными, до сих пор не ясна.

Целесообразно на территории Лесного парка им. Маяковского с особым режимом ее использования и расположенными на ней объектами рекреационного назначения, активно используемыми населением, для возможности проведения ухода за лесными насаждениями и сохранения за ними статуса лесов на землях населенных пунктов создать леса ООПТ.

Вместе с тем даже при наличии в городах особо охраняемых природных территорий и зеленых насаждений в их границах, требующих особого ухода за древесно-кустарниковой растительностью в связи с режимом особой их охраны, процедура организации создания в городах Свердловской области, включая МО «город Екатеринбург», лесов ООПТ в настоящее время не урегулирована.

Иные территории, в том числе не вошедшие в лесопарковый зеленый пояс вокруг Екатеринбурга, покрытые древесно-кустарниковой растительностью вдоль дорог, водных объектов и вокруг промышленных и иных объектов, требующих создания вокруг них особых защитных зон, также требуют регулирования. В связи с чем на них целесообразно также установление защитных лесов соответствующих категорий.

Таким образом, ввиду требований по исполнению поручения Президента Российской Федерации по созданию лесов на землях населенных пунктов, а также планирования развития населенных пунктов, строительства дорог, инженерных коммуникаций, социальных объектов (при отсутствии иных вариантов, за исключением лесов), запрета размещений в городских лесах ряда объектов рекреационного назначения и уменьшения их площади во многих городах встал вопрос изменения подхода при создании городских лесничеств.

Вместе с тем даже при фактическом наличии на землях населенных пунктов лесов в лесопарковых и зеленых зонах, допустимости их создания на землях различных категорий, в том числе в границах населенных пунктов, практика нового проектирования таких лесов в городах при отсутствии регулирования в лесоустроительной инструкции (Чекменев, 2024) остается не ясной.

Электронный архив УГЛТУ

Изменение генерального плана является вопросом планирования и развития городской территории и относится к компетенции органа местного самоуправления, в связи с чем муниципалитетом принимаются решения по изменению генерального плана и планируемому функциональному зонированию территорий (Чекменев, 2024).

До установления градостроительных регламентов в отношении земельных участков, включенных в границы населенных пунктов из состава земель лесного фонда, такие земельные участки используются с учетом ограничений, определенных при использовании городских лесов в соответствии с лесным законодательством, до принятия на них градостроительного регламента. Именно он определяет режим использования бывших лесных участков. Защитные леса с учетом запрета изменения их целевого назначения и занимаемой ими функции должны быть сохранены в зоне лесов.

В случае эксплуатационных лесов либо территорий, занятых защитными лесами, при размещении объектов государственного или муниципального значения при отсутствии других вариантов возможного размещения этих объектов такие земли и земельные участки при включении их в границы населенного пункта должны и могут быть отнесены к тем или иным территориям согласно целевому назначению по устанавливаемому на них виду разрешенного использования согласно документам территориального планирования.

В этих целях при согласовании генерального плана с Рослесхозом в отношении включаемых территорий земель лесного фонда следует указывать проектируемый для них вид разрешенного использования и обоснование вовлечения площади таких земель.

Данный порядок также подтверждается в рекомендациях, опубликованных Министерством экономического развития Российской Федерации в письме от 22.03.2017 г. № 7478-АЦ/Д27И. Согласно данным рекомендациям в материалах по обоснованию генеральных планов в текстовой форме следует отображать информацию о переводимых участках земель лесного фонда (площадь; местоположение в части лесничеств, участковых лесничеств, кварталов; целевое назначение данных лесов и категории защитных лесов), цель их планируемого использования, а также обоснование площади включаемых в город лесных участков из состава земель лесного фонда.

При согласовании включаемых в границы населенных пунктов лесных площадей с Рослесхозом также необходимо обосновать невозможность использования бывших ранее лесными площадей в соответствии с их прежними функциями, причины их изъятия в связи с устанавливаемым на них видом разрешенного использования и наличие компенсации (при необходимости).

Вместе с тем очевидно, что сложившийся в соответствии с определением Верховного суда Российской Федерации от 20.05.2015 г. № 49-АПГ15-5 прецедент, заключающийся в том, что если земельные участки из состава земель лесного фонда включаются в границы населенного пункта, то приобретают статус городских лесов, широко используемый в практике и в последовавших за ним разъяснениях Рослесхоза, не должен применяться как эталон.

Утверждение о том, что изменение условий использования земель, на которых находятся леса, в соответствии с земельным и градостроительным законодательством не должно автоматически изменять статус лесов согласно лесному законодательству. Указанный судебный прецедент отражает ситуации изменения правового режима конкретных земельных участков и не затрагивает случаев централизованного градостроительного зонирования территорий (Чекменев, 2024).

Новое разрешенное использование земельных участков лесов должно определяться в соответствии с функциональным зонированием генерального плана и градостроительным зонированием, определенным в правилах землепользования и застройки.

Лесные (земельные) участки, входящие в состав создаваемых муниципалитетом лесничеств, могут находиться в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной собственности, а также в неразграниченной собственности. В связи с тем, что особенностями создания либо изменения лесничеств

Электронный архив УГЛТУ

на территориях, где преобладают городские леса, является запрет уменьшения их площади и размещения на них непредусмотренных капитальных и некапитальных объектов по аналогии с городскими лесами, которые являются природными объектами, имеющими особо ценное значение, под данное определение попадают также лесопарковые зоны и леса зеленых зон.

Выводы

Таким образом, для создания лесов (лесничеств), проектируемых на землях населенного пункта, и изменения городских лесов в целях развития территорий городов, эксплуатации и создания объектов рекреации при правовом регулировании решением ситуации может быть использование территорий для включения их в границы лесничеств на землях населенных пунктов и отнесения их к защитным лесам разных категорий.

Для указанных целей и для устранения противоречий в законодательстве, помимо Лесного и Градостроительного кодексов, регулирование проектирования и создания иных категорий защитных земель на землях населенных пунктов, а также размещения в них соответствующих объектов должно быть дополнительно закреплено в лесоустроительной инструкции и в перечне объектов капитального строительства.

Список источников

Басыйров А. М. Экология города : учеб.-метод. руководство. Казань, 2013. 96 с.

Генеральный план (Территориальное планирование) : утв. приказом Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 01.06.2023 г. № 335-П «Об утверждении Генерального плана городского округа – муниципального образования «город Екатеринбург» на период до 2045 года». URL: https://екатеринбург.рф/дляработы/гиз/градостроительство/документация/гп (дата обращения: 15.12.2024).

ГОСТ 17.5.3.01–78. Охрана природы. Земли. Состав и размер зеленых зон городов : межгос. стандарт : утв. и введ. в действие постановлением Госстандарта СССР от 16 марта 1978 г. № 701: дата введения 1979-01-01. М., 1979. 3 с.

Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023 г.) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 15.12.2024).

Залесов С. В. Лесоводство : учебник. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 294 с.

Круглов В. В. Об охране окружающей среды на природных территориях с особым режимом природопользования и охраны окружающей среды // Российский юридический журнал. 2013. № 6. С. 151–156.

Круглов В. В., *Вагина О. В.*, *Гаевская Е. Ю.* Правовой механизм охраны окружающей среды и рационального природопользования // Механизм правового регулирования : история и современность. V Алексеевские чтения : сб. тр. конф. / отв. ред. В. Д. Перевалов. Екатеринбург, 2019. С. 256–264.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023 г.) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 15.12.2024).

Лесной кодекс Российской Федерации от 29.01.1997 г. № 22-ФЗ (утратил силу с 8 декабря 2006 года) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13183/ (дата обращения: 15.12.2024).

Мелехов И. С. Лесоводство : учебник. М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 368 с.

Об оставлении без изменения решения Верховного суда Республики Башкортостан от 12.01.2015 г., которым удовлетворено заявление о признании несоответствующим закону и недействующим распоряжения Правительства Республики Башкортостан от 04.10.2012 г. № 1272-р : Определение Судебной коллегии по административным делам Верховного Суда РФ от 20.05.2015 г. № 49-АПГ15-5.

Электронный архив УГЛТУ

Об охране окружающей среды : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Генерального плана развития городского округа – муниципального образования «город Екатеринбург» на период до 2025 года : решение Екатеринбургской городской думы от 6 июля 2004 г. № 60/1 // URL: https://docs.cntd.ru/document/453137060 (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков : Приказ Росреестра от 10.11.2020 г. № П/0412 (зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 г. № 61482) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_3712461 (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Лесоустроительной инструкции : Приказ Минприроды России от 05 августа 2022 г. № 510 (зарегистрировано в Минюсте России 30.09.2022 г. № 70328) // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/351878696 (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Особенностей использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях населенных пунктов : Приказ Минприроды России от 05.08.2020 г. № 564 (зарегистрировано в Минюсте России 25.11.2020 г. № 61090) // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/565780551/ (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Перечня некапитальных строений, сооружений, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 апреля 2022 г. № 999-р // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415709/ (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Перечня объектов капитального строительства, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.04.2022 г. № 1084-р // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_416448/ (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении перечня объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.05.2013 г. № 849-р (утратило силу с 23.04.2022) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146891/ (дата обращения: 15.12.2024).

Об утверждении Положения об определении функциональных зон в лесопарковых зонах, площади и границ лесопарковых зон, зеленых зон : Постановление Правительства Российской Федерации от 14 декабря 2009 г. № 1007 // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/902190306 (дата обращения: 15.12.2024).

О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 27.05.2013 г. № 849-р : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2021 г. № 3962-р (утратило силу с 23.04.2022). URL: http://government.ru/docs/all/138595/ (дата обращения: 15.12.2024).

О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую : Федеральный закон от 21.12.2004 № 172-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50874/ (дата обращения: 15.12.2024).

Письмо Министерства экономического развития Российской Федерации от 22.03.2017 г. № 7478-АЦ/Д27И // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_214652/ (дата обращения: 15.12.2024).

Поручения Президента Российской Федерации по итогам пленарного заседания Общероссийского народного фронта «Форум действий» : утв. Президентом РФ 28.12.2016 г. № Пр-2563 // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_337891 (дата обращения: 15.12.2024).

Постановление Правительства Российской Федерации от 21.12.2019 г. № 1755 «Об утверждении Правил изменения границ земель, на которых располагаются леса, указанные в пунктах 3 и 4 части 1

Электронный архив УГЛТУ

статьи 114 Лесного кодекса Российской Федерации, и определения функциональных зон в лесах, расположенных в лесопарковых зонах» // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/564066368 (дата обращения: 15.12.2024).

Свод правил СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (актуализ. ред. СНиП 2.07.01-89) : утв. и введ. в действие приказом Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр : дата введения 2017-07-01. М., 2017. 125 с.

Свод правил СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий (актуализ. ред. СНиП III-10-75) : утв. и введ. в действие приказом Минстроя России от 16 декабря 2016 г. № 972/пр : дата введения 2017-06-17. М., 2017. 48 с.

Чекменев В. Н. Изменение границ земель, на которых располагаются городские леса : актуальные правовые проблемы // Научные высказывания. 2024. № 2 (49). С. 82–89.

References

Basyirov A. M. Urban ecology : a teaching and methodological guide. Kazan, 2013. 96 p.

Chekmenev V. N. Changing the Boundaries of Lands on Which Urban Forests Are Located: Current Legal Issues // Scientific Statements. 2024. № 2 (49). P. 82–89. (In Russ.)

Forest Code of the Russian Federation of 04.12.2006 № 200-FZ (as amended on 04.08.2023) (as amended and supplemented, effective January 1, 2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (accessed 15.12.2024).

Forest Code of the Russian Federation of 29.01.1997 № 22-FZ (repealed effective December 8, 2006). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13183/ (accessed 15.12.2024).

GOST 17.5.3.01–78. Nature protection. Lands. Composition and size of green zones of cities: interstate standard: official publication: approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Standard of March 16, 1978 № 701: date of introduction 1979-01-01. Moscow, 1979. 3 p.

Instructions of the President of the Russian Federation following the plenary session of the All-Russian People's Front “Action Forum” (approved by the President of the Russian Federation on 28.12.2016 № Pr-2563). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_337891 (accessed 15.12.2024).

Kruglov V. V. On environmental protection in natural areas with a special regime of nature management and environmental protection // Russian Law Journal. 2013. № 6. P. 151–156. (In Russ.)

Kruglov V. V., *Vagina O. V.*, *Gaevskaya E. Yu.* Legal mechanism for environmental protection and rational nature management // Mechanism of legal regulation: history and modernity. V Alekseevsky readings : collection of conf. works / ed. V. D. Perevalov. Yekaterinburg, 2019. P. 256–264. (In Russ.)

Letter of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation dated 22.03.2017 № 7478-AC/D27I. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_214652/ (accessed 15.12.2024).

Melekhov I. S. Forestry. Moscow, 2005. 368 p.

On amendments to the Order of the Government of the Russian Federation dated 27.05.2013 № 849-r : Order of the Government of the Russian Federation dated December 29, 2021 № 3962-r (repealed as of 23.04.2022). URL: http://government.ru/docs/all/138595/ (accessed 15.12.2024).

On approval of the classifi er of types of permitted use of land plots : Order of Rosreestr dated 10.11.2020 № P/0412 (registered in the Ministry of Justice of Russia on 15.12.2020 № 61482). // The Code : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371246/ (accessed 15.12.2024).

On approval of the General Plan of the city district – municipality „city of Yekaterinburg“ for the period up to 2045 : General Plan (Territorial Planning) : Approved by the Order of the Ministry of Construction and Infrastructure Development of the Sverdlovsk Region dated 01.06.2023 № 335-P. URL: https://екатеринбург.рф/дляработы/гиз/градостроительство/документация/гп (accessed 15.12.2024).

Электронный архив УГЛТУ

On approval of the General Development Plan of the city district – municipal formation “city of Yekaterinburg” for the period up to 2025 : decision of the Yekaterinburg City Duma of July 6, 2004. № 60/1 // The Code : [website]. URL: https://docs.cntd.ru/document/453137060 (accessed 15.12.2024).

On approval of the list of objects not related to the creation of forest infrastructure, for protective forests, production forests, reserve forests : Order of the Government of the Russian Federation dated 27.05.2013 № 849-r (repealed as of 23.04.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146891/ (accessed 15.12.2024).

On approval of the List of non-capital structures, facilities not related to the creation of forest infrastructure for protective forests, operational forests, reserve forests : Order of the Government of the Russian Federation dated April 23, 2022 № 999-r // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415709/ (accessed 15.12.2024).

On approval of the list of capital construction projects not related to the creation of forest infrastructure for protective forests, operational forests, reserve forests : Order of the Government of the Russian Federation dated April 30, 2022 № 1084-r // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_416448/ (accessed 15.12.2024).

On approval of the Features of the use, protection, conservation, reproduction of forests located on the lands of settlements : Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 05.08.2020 № 564 (registered in the Ministry of Justice of Russia on 25.11.2020 № 61090) // The Code : [website]. URL: https://docs.cntd.ru/document/565780551 (accessed 15.12.2024).

On approval of the Forest Management Instructions : Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 05 August 2022 № 510 (registered with the Ministry of Justice of Russia on 30.09.2022 № 70328) // The Code : [website]. URL: https://docs.cntd.ru/document/351878696 (accessed 15.12.2024).

On approval of the Regulation on determining functional zones in forest park zones, the area and boundaries of forest park zones, green zones : Resolution of the Government of the Russian Federation of December 14, 2009 № 1007 // The Code : [website]. URL: https://docs.cntd.ru/document/902190306 (accessed 15.12.2024).

On approval of the Rules for changing the boundaries of lands on which forests are located, specifi ed in paragraphs 3 and 4 of Part 1 of Article 114 of the Forest Code of the Russian Federation, and determining functional zones in forests located in forest park zones : Resolution of the Government of the Russian Federation dated 21.12.2019 № 1755 // The Code : [website]. URL: https://docs.cntd.ru/document/564066368 (accessed 15.12.2024).

On Environmental Protection : Federal Law of 10.01.2002 № 7-FZ // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed 15.12.2024).

On leaving unchanged the decision of the Supreme Court of the Republic of Bashkortostan dated 12.01.2015, which granted the application to recognize the order of the Government of the Republic of Bashkortostan dated 04.10.2012 № 1272-r as inconsistent with the law and invalid : Ruling of the Judicial Collegium for Administrative Cases of the Supreme Court of the Russian Federation dated 20.05.2015 № 49-APG15-5 // The Code : [website]. URL: https://sudrf.cntd.ru/document/430101455 (accessed 15.12.2024).

On the Transfer of Lands or Land Plots from One Category to Another : Federal Law of 21.12.2004 № 172-FZ // The Code : [website] // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50874/ (accessed 15.12.2024).

Set of rules SP 42.13330.2016 Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements. Updated version of SNiP 2.07.01-89: set of rules: official edition: approved and put into effect by order of the Ministry of Construction of Russia dated December 30, 2016 № 1034/pr: date of introduction 2017-07-01. Moscow, 2017. 125 p.

Электронный архив УГЛТУ

Set of rules SP 82.13330.2016 Improvement of territories. Updated version of SNiP III-10-75: set of rules: official edition: approved and put into effect by order of the Ministry of Construction of Russia dated December 16, 2016 № 972/pr: date of introduction 2017-06-17. Moscow, 2017. 48 p.

Urban development code of the Russian Federation dated 29.12.2004 № 190-FZ (as amended on 25.12.2023) // Rossiyskaya Gazeta. № 290. 30.12.2004.

Zalesov S. V. Forestry : textbook. Yekaterinburg : UGLTU, 2020. 294 p.

Информация об авторах

Л. А. Сувик – аспирант;

А. Е. Морозов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

L. A. Suwik – graduate student;

A. E. Morozov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 04.01.2025; принята к публикации 07.05.2025.

The article was submitted 04.01.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 51–58.
Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 51–58.

Научная статья
УДК 712.4:630.181.2(574)
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.006

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА ПО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫМ ЗОНАМ

Яна Алексеевна Крекова

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана, Щучинск, Республика Казахстан
yana24.ru@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9074-848x

Аннотация. На основе литературных и ведомственных материалов, а также результатов собственных исследований составлен перечень перспективных для использования при озеленении видов (сортов, форм) древесных интродуцентов, прошедших испытания на территории Северного Казахстана. На основе методик определения перспективности Главного ботанического сада, а также методик определения декоративности видов выполнено распределение изучаемых интродуцентов по возможности их использования в различных лесорастительных зонах, а также даны рекомендации по использованию каждого конкретного вида при формировании ландшафтных композиций. Всего проанализировано 64 вида (сорта, формы) деревьев интродуцентов. Представленный перечень видов может быть использован при проведении озеленительных работ в лесостепной и степной зонах, а также в зоне сухой степи. Применение представленного перечня видов облегчит работу озеленителей и минимизирует риски, связанные с использованием не прошедших испытания на перспективность деревьев-интродуцентов.

Ключевые слова: Северный Казахстан, озеленение, интродуценты, перспективность, декоративность

Для цитирования: Крекова Я. А. Использование интродуцентов при озеленении населенных пунктов Северного Казахстана по лесорастительным зонам // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 51–58.

© Крекова Я. А., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

USE OF INTRODUCED SPECIES IN LANDSCAPING OF SETTLEMENTS OF NORTHERN KAZAKHSTAN BY FOREST-VEGETATION ZONES

Yana A. Krekova

Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry Melioration named after A. N. Bukeikhan, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan
yana24.ru@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9074-848x

Abstract. Based on literary and departmental materials, as well as the results of our own research, a list of species (varieties, forms) of woody introduced species that are promising for use in landscaping and have been tested in the territory of Northern Kazakhstan has been compiled. Based on the methods for determining the prospects of the main botanical garden, as well as the methods for determining the decorativeness of species, the distribution of the researched introduced species according to the possibility of their use in various forest vegetation zones was performed, and recommendations were given on the use of each specific species in the formation of landscape compositions. A total of 64 species (varieties, forms) of introduced trees were analyzed. The presented list of species can be used in landscaping work in the forest-steppe and steppe zones, as well as in the dry steppe zone. The use of the presented list of species will facilitate the work of landscapers and minimize the risks associated with the use of introduced trees that have not passed the tests for prospects.

Keywords: Northern Kazakhstan, landscaping, introduced species, prospects, decorativeness

For citation: Krekova Ya. A. Use of introduced species in landscaping of settlements of Northern Kazakhstan by forest-vegetation zones // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 51–58.

Введение

Обеспечение благоприятной для проживания населения среды возможно только при условии эффективного озеленения (Качество жизни…, 2012, 2013; Жилищно-коммунальное хозяйство…, 2017). Опыт озеленения городов и других населенных пунктов Северного Казахстана свидетельствует, что ассортимент местных видов деревьев крайне ограничен, а введение в практику озеленения интродуцентов сдерживается жесткими лесорастительными условиями. Последнее объясняется сильными морозами зимой, высокими температурами летом, сильными ветрами, суховеями и недостатком осадков. Указанное создает значительные сложности в создании ландшафтных композиций, особенно в зоне сухой степи.

В то же время учеными многие годы ведутся планомерные исследования по изучению перспективности древесных интродуцентов и возможности их использования в условиях Северного Казахстана (Крекова и др., 2015, 2020; Опыт лесоразведения…, 2016; Опыт интродукции…, 2016; Арборетум…, 2017; Крекова, Залесов, 2018, 2019а, 2020). Особенно значительные работы проделаны сотрудниками Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации (КазНИИЛХА), что позволило разработать ряд практических рекомендаций (Рекомендации…, 1999а, б; Верзунов, Маловик, 2010; Маловик, 2011). Сложность составления видов (сортов, форм) деревьев-интродуцентов заключается в том, что Республика Казахстан в целом и Северный Казахстан в частности представлены несколькими лесорастительными зонами и подзонами (Данчева, Залесов, 2024).

Электронный архив УГЛТУ

Цель, объекты и методики исследований

Цель работы – анализ перспективности и декоративности видов (форм, сортов) деревьев-интродуцентов для использования их при озеленении в различных лесорастительных зонах Северного Казахстана.

Объектом исследований послужили 64 вида (сорта, формы) деревьев интродуцентов, завезенных в Северный Казахстан из различных регионов нашей страны и из-за рубежа. Исследования проводились в дендропарке и арборетуме КазНИИЛХА, заложенных в 1961 и 1966 гг. соответственно.

Часть видов была использована на объектах озеленения в различных лесорастительных зонах (подзонах). Последнее позволяет считать, что рекомендуемые виды (сорта, формы) прошли необходимую апробацию.

При проведении исследований были использованы широко известные методики определения перспективности и декоративности древесных растений – интродуцентов (Куприянов, 2004; Крекова, Залесов, 2019б).

Результаты и их обсуждение

Как было отмечено ранее, испытание интродуцированных видов, сортов и форм деревьев было начато в 1961 г. на территории дендропарка, а с 1966 г. продолжено также в арборетуме КазНИИЛХА. Выполненные исследования позволили установить возможность использования каждого из 64 видов (форм, сортов) для создания аллей, ландшафтных групп, солитеров, живых изгородей, бордюров и других элементов ландшафтного дизайна в зонах лесостепи, степи и сухой степи, а также в высотных поясах (таблица).

Распределение деревьев-интродуцентов, перспективных для использования при озеленении в Северном Казахстане
Distribution of introduced trees promising for use in landscaping in Northern Kazakhstan

№ п/п	Название вида (формы, сорта) Name of the species (form, variety)	Использование в озеленении Use in landscaping		
		Зона лесостепи и высотный пояс Forest-steppe zone and altitude zone	Зона степи Steppe zone	Зона сухой степи Dry steppe zone
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Береза маньчжурская *Betula manshurica* (Regel) Nakai	Аллея, группа Alley, group		–
2	Береза японская, плосколистная *Betula pendula* subsp. *mandshurica* (Regel) Ashburner & McAll.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
3	Береза мелколистная, Келлера *Betula microphylla* Bunge	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
4	Береза ойковского *Betula oycoviensis* Besser	Группа Group		–
5	Береза карельская *Betula carelica* Merk.	Группа Group		
6	Бархат амурский *Phellodendron amurense* Rupr.	Группа, солитер Group, solitaire		–
7	Вяз гладкий *Ulmus laevis* Pall.	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер и др. Alley, group, hedges and borders, solitaire, etc.		
8	Вяз приземистый *Ulmus pumila* L.	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер и др. Alley, group, hedges and borders, solitaire, etc.		
9	Вяз сродный *Ulmus davidiana* var. *japonica* (Rehder) Nakai	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер и др. Alley, group, hedges and borders, solitaire, etc.		

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение таблицы
Continuation of the table

1	*2*	*3*	*4*	*5*
10	Груша уссурийская *Pyrus ussuriensis* Maxim. ex Rupr.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
11	Дуб черешчатый *Quercus robur* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
12	Ель сибирская *Picea obovata* Ledeb.	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер и др. Alley, group, hedges and borders, solitaire, etc.		
13	Ель сибирская ф. сизая *Picea obovata* f. *glauca*	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		Группа, солитер Group, solitaire
14	Ель европейская, обыкновенная *Picea abies* (L.) H. Karst.	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер и др. Alley, group, hedges and borders, solitaire, etc.		
15	Ель шероховатая *Picea asperata* Mast.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
16	Ель сизая, белая, канадская *Picea glauca* (Moench) Voss	Группа Group		
17	Ель аянская *Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
18	Ель красная *Picea rubens* Sarg.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
19	Ель колючая ф. голубая *Picea pungens* var. *glauca* Regel	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
20	Ива белая *Salix alba* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
21	Ива ломкая *Salix fragilis* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
22	Ива гибридная *Salix* × *fragilis* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
23	Клен татарский *Acer tataricum* L.	Группа, живые изгороди и бордюры, солитер Group, hedges and borders, solitary		
24	Клен Гиннала, приречный *Acer tataricum* subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm.	Группа, солитер Group, solitaire		
25	Клен остролистный *Acer platanoides* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
26	Лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
27	Лиственница сибирская (из Хакасии) *Larix sibirica* Ledeb. (Khakas ecotype)	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
28	Лиственница Сукачева *Larix sukaczewii* Dylis	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
29	Лиственница Гмелина, даурская *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
30	Лиственница Кэмпфера, японская *Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière	Группа, солитер Group, solitaire		
31	Лиственница Чекановского *Larix czekanowskii* Szafer	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
32	Лиственница Любарского *Larix lubarskii* Sukaczev	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
33	Липа мелколистная *Tilia cordata* Mill.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
34	Липа крупнолистная *Tilia platyphyllos* Scop.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение таблицы
Continuation of the table

1	*2*	*3*	*4*	*5*
35	Липа амурская *Tilia amurensis* Rupr.	Группа, солитер Group, solitaire		
36	Липа сибирская *Tilia amurensis* var. *sibirica* (Fisch. ex Bayer) Y. C. Chu	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
37	Липа кавказская *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engl.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
38	Лох узколистный *Elaeagnus angustifolia* L.	Группа, живые изгороди и бордюры Group, hedges and borders		
39	Орех маньчжурский *Juglans mandshurica* Maxim.	Группа, солитер Group, solitaire		
40	Пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
41	Пихта европейская *Abies alba* Mill.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
42	Пихта Вича *Abies veitchii* Lindl.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
43	Пихта Фразера *Abies fraseri* (Pursh) Poir.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
44	Рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
45	Рябина обыкновенная ф. компактная *Sorbus aucuparia 'Compacta'*	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
46	Рябина сибирская *Sorbus aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) McAll.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
47	Рябина амурская *Sorbus aucuparia* subsp. *pohuashanensis* (Hance) McAll.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
48	Рябина рыже-ржавая *Sorbus commixta* Hedl.	Группа, солитер Group, solitaire		–
49	Сосна скрученная *Pinus contorta* Douglas ex. Loudon	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
50	Слива уссурийская *Prunus ussuriensis* Kovalev & Kostina	Группа, солитер Group, solitaire		
51	Слива канадская *Prunus nigra* Aiton	Группа, солитер Group, solitaire		
52	Тополь белый *Populus alba* L.	Группа, солитер Group, solitaire		
53	Тополь лавролистный *Populus laurifolia* Ledeb.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
54	Тополь сорт «Русский» *Populus × pyramidalis 'Russkij'*	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
55	Тополь сорт «Пионер» *Populus × pyramidalis 'Pioner'*	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
56	Церападус *Cerapadus*	Группа, солитер Group, solitaire		
57	Черемуха обыкновенная *Prunus padus* L.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		
58	Черемуха азиатская *Padus asiatica* Kom.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		

Электронный архив УГЛТУ

Окончание таблицы
The end of the table

1	*2*	*3*	*4*	*5*
59	Черемуха Маака *Prunus maackii* Rupr.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
60	Черемуха пенсильванская *Prunus pensylvanica* L. f.	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–
61	Черемуха виргинская *Prunus virginiana* L.	Группа, солитер Group, solitaire		
62	Яблоня ягодная, Палласа, сибирская *Malus baccata* (L.) Borkh.	Аллея, группа, живые изгороди и бордюры, солитер Alley, group, hedges and borders, solitaire		
63	Ясень пенсильванский, зеленый *Fraxinus pennsylvanica* Marshall	Аллея, группа, солитер Alley, group, solitaire		–

Выводы

1. При озеленении городов и других населенных пунктов Северного Казахстана рекомендуется использовать 64 вида деревьев-интродуцентов.

2. Наиболее жесткие лесорастительные условия создаются при озеленении в зоне сухой степи, где из 64 предлагаемых видов рекомендуется использовать 51 вид (форму, сорт).

3. Использование интродуцентов проводится чаще всего в конкретном элементе озеленения. Так, березы Ойковского и карельскую рекомендуется высаживать только в группах. Та же рекомендация относится к ели сизой.

4. Учитывая приведенный перечень видов деревьев интродуцентов, можно проектировать устойчивые ландшафтные композиции.

5. Поскольку исследования в дендропарке и арборетуме продолжаются, можно рассчитывать на увеличение видового разнообразия деревьев-интродуцентов при озеленении городов и населенных пунктов Северного Казахстана.

Список источников

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.

Верзунов А. И., *Маловик С. В.* Рекомендации по ассортименту и технологии создания плантаций интродуцентов (Северный Казахстан). Астана, 2010. 26 с.

Данчева А. В., *Залесов С. В.* Районирование сосновых лесов Республики Казахстан // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 4–28. DOI: 1051318/FRET. 2023. 88.1.001

Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / *Я. П. Силин*, *Г. В. Астратова* [и др.]. М. ; Екатеринбург : Науковедение, 2017. 600 с.

Качество жизни: вчера, сегодня, завтра. Актуальные проблемы вступления России в ВТО / *Г. В. Астратова*, *А. В. Мехренцев*, *Л. И. Пономарева* [и др.]. Екатеринбург : Стратегия позитива™, 2012. 420 с.

Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века / *Г. А. Астратова*, *А. В. Мехренцев*, *М. И. Хрущева* [и др.]. Екатеринбург : Стратегия позитива™, 2013. 532 с.

Крекова Я. А., *Данчева А. В.*, *Залесов С. В.* Оценка декоративных признаков у видов рода *Picea* Dietr. в Северном Казахстане // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. Ч. 1. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=17204 (дата обращения: 15.04.2025).

Крекова Я. А., *Залесов С. В.* Интродукция и акклиматизация хвойных в Северном Казахстане. Нур-Султан : КазНИИЛХА, 2020. 212 с.

Электронный архив УГЛТУ

Крекова Я. А., *Залесов С. В.* История интродукции древесных растений на территории Западной Сибири и Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2019а. № 2. С. 5–14.

Крекова Я. А., *Залесов С. В.* Рост интродуцированных видов лиственниц (*Larix* Mill.) в Северном Казахстане // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 9 (75). Ч. 2. С. 21–25.

Крекова Я. А., *Залесов С. В.* Шкала для экспресс-оценки декоративности хвойных видов растений // Ізденістерб нэтижелер – Исследования, результаты. 2019б. № 1 (81). С. 218–223.

Крекова Я. А., *Залесов С. В.*, *Соловьева М. В.* Ассортимент древесных растений, используемых в зеленом строительстве в северной части Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 3 (74). С. 27–36.

Куприянов А. Н. Интродукция растений : учеб. пособие. Кемерово : Кузбасвуз, 2004. 96 с.

Маловик С. В. Рекомендации по ассортименту и технологии создания плантаций интродуцентов (Северный Казахстан). Алматы : Бастау, 2011. 40 с.

Опыт интродукции древесно-кустарниковых растений в лесном питомнике «Ак Кайын» / *С. В. Залесов*, *М. Р. Ражанов*, *А. В. Данчева*, *А. С. Оплетаев* // Лесной вестник. 2016. № 2. С. 21–25.

Опыт лесоразведения в сухой типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана / *С. В. Залесов*, *Ж. О. Суюндиков*, *А. В. Данчева* [и др.] // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблема агроэкологии и земледелья в Российской Федерации. Волгоград : ВНИАЛМИ, 2016. С. 109–113.

Рекомендации по использованию интродуцентов в Северном Казахстане и районированию семяно-заготовок, интродуцентов-лесообразователей / сост. *А. И. Верзунов*, *С. В. Маловик.* Щучинск : КазНИИЛХА, 1999а. 31 с.

Рекомендации по созданию лесных культур в Северном Казахстане с использованием интродуцентов / сост. *А. И. Верзунов*. Щучинск : КазНИИЛХА, 1999б. 25 с.

References

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 University, 2017. 92 p.

Dancheva A. V., *Zalesov S. V.* Zoning of pine forests of the Republic of Kazakhstan // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 4–28. DOI: 1051318/FRET. 2023. 88.1.001

Housing and communal services and the quality of life in the 21st century: economic models, new technologies and management practices / *Ya. P. Silin*, *G. V. Astratova* [et al.]. Moscow ; Yekaterinburg : publishing center “Naukovedenie”, 2017. 600 p.

Krekova Ya. A., *Dancheva A. V.*, *Zalesov S. V.* Assessment of decorative features in species of the genus Picea Dietr. in Northern Kazakhstan // Modern problems of science and education. 2015. № 1. Part 1. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=17204 (accessed 15.04.2025).

Krekova Ya. A., *Zalesov S. V.* A scale for rapid assessment of the decorative properties of coniferous plant species // Izdepisterb natizheler – Research, results. 2019. № 1 (81). P. 218–223. (In Russ.)

Krekova Ya. A., *Zalesov S. V.* History of the introduction of woody plants in Western Siberia and Northern Kazakhstan // Forests of Russia and the economy in them. 2019. № 2. P. 5–14. (In Russ.)

Krekova Ya. A., *Zalesov S. V.* Introduction and acclimatization of conifers in Northern Kazakhstan. Nur-Sultan : Kazniilkha, 2020. 212 p.

Krekova Ya. A., *Zalesov S. V.* The growth of introduced species of leaf beetles (Larix Mill.) in Northern Kazakhstan // International Scientific Research Journal. 2018. № 9 (75). Part 2. P. 21–25. (In Russ.)

Krekova Ya. A., *Zalesov S. V.*, *Solovyova M. V.* Assortment of tree plants used in green construction in the northern part of Kazakhstan // Forests of Russia and economy in them. 2020. № 3 (74). P. 27–36. (In Russ.)

Kupriyanov A. N. Plant introduction : a textbook. Kemerovo : Kuzbass University, 2004. 96 p.

Malovik S. V. Recommendations on the assortment and technology of creation of plantations of introduced plants (Northern Kazakhstan). Almaty : Bastau, 2011. 40 p.

Электронный архив УГЛТУ

Quality of life: problems and prospects of the XXI century / *G. A. Astratova*, *A. V. Mehrentsev*, *M. I. Khrushcheva* [et al.]. Yekaterinburg : Strategy positive™ Group of Companies, 2013. 532 p.

Quality of life: yesterday, today, tomorrow. Actual problems of Russia's accession to the WTO / *G. V. Astratova*, *A. V. Mehrentsev*, *L. I. Ponomareva* [et al.]. Yekaterinburg : Publishing House of the State Corporation "Strategy of positive™", 2012. 420 p.

Recommendations for the creation of forest crops in Northern Kazakhstan using introduced species / comp. *A. I. Verzunov*. Shchuchinsk : KazNIILKHA Publ., 1999. 25 p.

Recommendations on the use of introduced plants in Northern Kazakhstan and the zoning of seed harvests, introduced forest growers / comp. *A. I. Verzunov*, *S. V. Malovik*. Shchuchinsk : KazNIILKHA, 1999. 31 p.

The experience of afforestation in the dry type-grass steppe of Northern Kazakhstan / *S. V. Zalesov*, *Zh. O. Suyundikov*, *A. V. Dancheva* [et al.] // Protective afforestation, land reclamation, the problem of agroecology and agriculture in the Russian Federation. Volgograd : VNIALMI, 2016. P. 109–113. (In Russ.)

The experience of the introduction of woody and shrubby plants in the Ak Kayyn forest nursery / *S. V. Zalesov*, *M. R. Razhanov*, *A. V. Dancheva*, *A. S. Opletaev* // Lesnoy Vestnik. 2016. № 2. P. 21–25. (In Russ.)

Verzunov A. I., *Malovik S. V.* Recommendations on the assortment and technology of creating plantations of introduced plants (Northern Kazakhstan). Astana, 2010. 26 p.

Информация об авторах

Я. А. Крекова – кандидат сельскохозяйственных наук, PhD, ассоц. профессор.

Information about the authors

Ya. A. Krekova – Candidate of Agricultural Sciences, PhD, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 20.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 20.04.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 59–72.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 59–72.

Научная статья
УДК630*624.4
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.007

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОВ ВДОЛЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Александр Владимирович Суслов[1], Анастасия Алексеевна Корелина[2]

[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
[1] suslovav@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0003-2640-7274
[2] corelina.anastasya98@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-5462-8125

Аннотация. В статье разобраны и проанализированы основные положения по проектированию защитных лесов вдоль водных объектов, которые определены в действующей Лесоустроительной инструкции (приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 5 августа 2022 г. № 510). К данной категории защитных лесов отнесены: леса, расположенные в водоохранных зонах; запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов; нерестоохранные полосы лесов. Представлены данные по распределению лесов лесничества по целевому назначению по данным государственного лесного реестра на 01.01.2023 г. и по результатам выполнения работ по проектированию на 01.01.2024 г. Основой проектирования защитных лесов являются сведения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). В работе проанализированы и представлены основные нормативно-правовые документы, на основании которых выделяются защитные леса вдоль водных объектов. С целью оптимизации мероприятий по проектированию защитных лесов разработана поэтапная схема работ. На первом этапе необходимо собрать исходный материал. Здесь представлен перечень водных объектов на территории Нижне-Тагильского лесничества. На втором этапе была проведена проверка наличия оснований выделения защитных лесов и определена приоритетность в проектировании лесов вдоль водных объектов. В первую очередь проектируются леса, расположенные в водоохранных зонах, затем нерестоохранные полосы лесов и в конце запретные полосы лесов вдоль водных объектов. На третьем этапе происходит наложение сведений из ЕГРН на материалы лесоустройства, разрезание выделов и их перелитерация. Выявлено несоответствие данных ЕГРН с фактическим местоположением водных объектов. На четвертом этапе происходит анализ выполненных работ, сравниваются новые данные с предыдущими материалами лесоустройства. Выявлено значительное уменьшение площади запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов (на 20 005,2818 га) и нерестоохранных полос лесов (на 26 871,9464 га). Площадь лесов, расположенных в водоохранных зонах, увеличилась на 21 069,6022 га.

© Суслов А. В., Корелина А. А., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Ключевые слова: проектирование, защитные леса, водоохранная зона, нерестоохранные полосы лесов, Нижне-Тагильское лесничество, рекомендации

Для цитирования: Суслов А. В., Корелина А. А. Разработка рекомендаций по проектированию защитных лесов вдоль водных объектов на территории Нижнетагильского лесничества Свердловской области // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 59–72.

Original article

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR DESIGNING PROTECTIVE FORESTS ALONG WATER BODIES IN THE TERRITORY OF THE NIZHNY TAGIL FORESTRY OF THE SVERDLOVSK REGION

Alexander V. Suslov[1], Anastasia A. Korelina[2]

[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

[1] suslovav@m.usfeu.ru; https://orcid.org/0000-0003-2640-7274

[2] corelina.anastasya98@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-5462-8125

Abstract. The article examines and analyzes the main provisions on the design of protective forests along water bodies, which are defined in the current Forest Management Instruction (Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 510 dated August 5, 2022). This category of protective forests includes: forests located in water protection zones; forbidden forest belts located along water bodies; spawning forest belts. The data on the distribution of forests of the forestry for their intended purpose according to the data of the state forest register on 01.01.2023 and according to the results of the design work on 01.01.2024 are presented. The basis for the design of protective forests is information from the unified state register of real estate (USRRE). The paper analyzes and presents the main regulatory documents on the basis of which protective forests along water bodies are allocated. In order to optimize the measures for the design of protective forests, a stage-by-stage scheme of work has been developed. At the first stage, it is necessary to collect the source material. Here is a list of water bodies on the territory of the Nizhny Tagil forestry. At the second stage, the availability of grounds for the allocation of protective forests was checked and priority was determined in the design of forests along water bodies. First of all, forests located in water protection zones are designed, then spawning forest belts, and finally forbidden forest belts along water bodies. At the third stage, the information from the USRRE is superimposed on forest management materials, the allocations are cut and re-literated. The discrepancy between the USRRE data and the actual location of water bodies has been revealed. At the fourth stage, the work performed is analyzed, new data is compared with previous forest management materials. A significant decrease in the area of forbidden forest belts located along water bodies (by 20 005.2818 ha) and spawning forest belts (by 26 871.9464 ha) was revealed. The area of forests located in water protection zones increased by 21 069.6022 hectares.

Keywords: Design, protective forests, water protection zone, spawning forest belts, Nizhny Tagil forestry, recommendations

For citation: Suslov A. V., Korelina A. A. Development of recommendations for designing protective forests along water bodies in the territory of the Nizhny Tagil forestry of the Sverdlovsk region // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 59–72.

Электронный архив УГЛТУ

Введение

В настоящее время площадь земель лесного фонда на территории России составляет 1183,3 млн га. По целевому назначению леса подразделяются на резервные, защитные и эксплуатационные. Площадь защитных лесов составляет 308,7 млн га. К защитным лесам относятся леса, которые являются природными объектами, имеющими особо ценное значение, и в отношении которых устанавливается особый правовой режим использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов.

Современное лесное хозяйство должно основываться на принципах, указанных в первой статье Лесного кодекса РФ (Лесной кодекс, 2006). Одним из них является сохранение средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду.

Отдельное значение имеют леса, расположенные вдоль водных объектов. Эти леса, как правило, занимают большую площадь и повсеместно расположены.

В лесном кодексе (ст. 111) по целевому назначению к защитным лесам вдоль водных объектов отнесены несколько категорий: леса, расположенные в водоохранных зонах, площадь которых в России составляет 18,8 млн га; ценные леса, к которым в том числе относятся «запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов» (общей площадью 26,6 млн га) и «нерестоохранные полосы лесов» (общей площадью 54,4 млн га).

Проектирование лесов по целевому назначению осуществляется в соответствии с Лесоустроительной инструкцией, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 05.08.2022 г. № 510. Правильное проектирование защитных лесов вдоль водных объектов имеет большое значение для сохранения их полезных функций и ведения лесного хозяйства. Существующие нормативы требуют разработки более подробных рекомендаций по выполнению данных работ. Особенно актуальной информация будет для лесопользователей при организации использования лесных участков.

Цель, методика и объект исследования

Цель работы – разработка рекомендаций по проектированию защитных лесов вдоль водных объектов.

Объектом исследования послужил лесной фонд на территории Нижне-Тагильского лесничества Свердловской области. В 2023 г. на основании государственного задания № 053-00004-23-00 от 29.12.2022 г., утвержденного Рослесхозом, было проведено лесоустройство и проектирование защитных лесов, эксплуатационных лесов, резервных лесов, а также особо защитных участков лесов.

Площадь лесничества, по данным Государственного лесного реестра (далее – ГЛР) на 01.01.2023 г., составляет 567 679,0 га. По состоянию на 2023 г. 43 % относятся к защитным лесам. Данные представлены на рис. 1. Леса, расположенные в водоохранных зонах, занимают небольшую площадь (2419 га). По данным реестра водных объектов, площадь водоохранных зон значительно больше.

Аналогичная ситуация с другими категориями. Таким образом, анализ распределения лесов Нижне-Тагильского лесничества по целевому назначению показывает необходимость пересмотра отнесения лесов к защитным и эксплуатационным лесам.

К лесам, расположенным в водоохранных зонах, относятся леса в границах водоохранных зон, установленных в соответствии с Водным кодексом Российской Федерации (2006). Согласно ст. 65 Водного кодекса, ширина водоохраной зоны для реки или ручья устанавливается в зависимости от их протяженности (до 10 км – 50 м, от 10 до 50 км – 100 м, свыше 50 км – 200 м).

Границы водоохранной зоны отсчитываются от береговой линии водного объекта. Береговая линия определяется картометрическим (фотограмметрическим) способом по среднему многолетнему уровню с использованием данных об уровнях воды, содержащихся в Едином государственном фонде данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении. На основании этих сведений данные о границах водного объекта вносятся в ЕГРН.

Электронный архив УГЛТУ

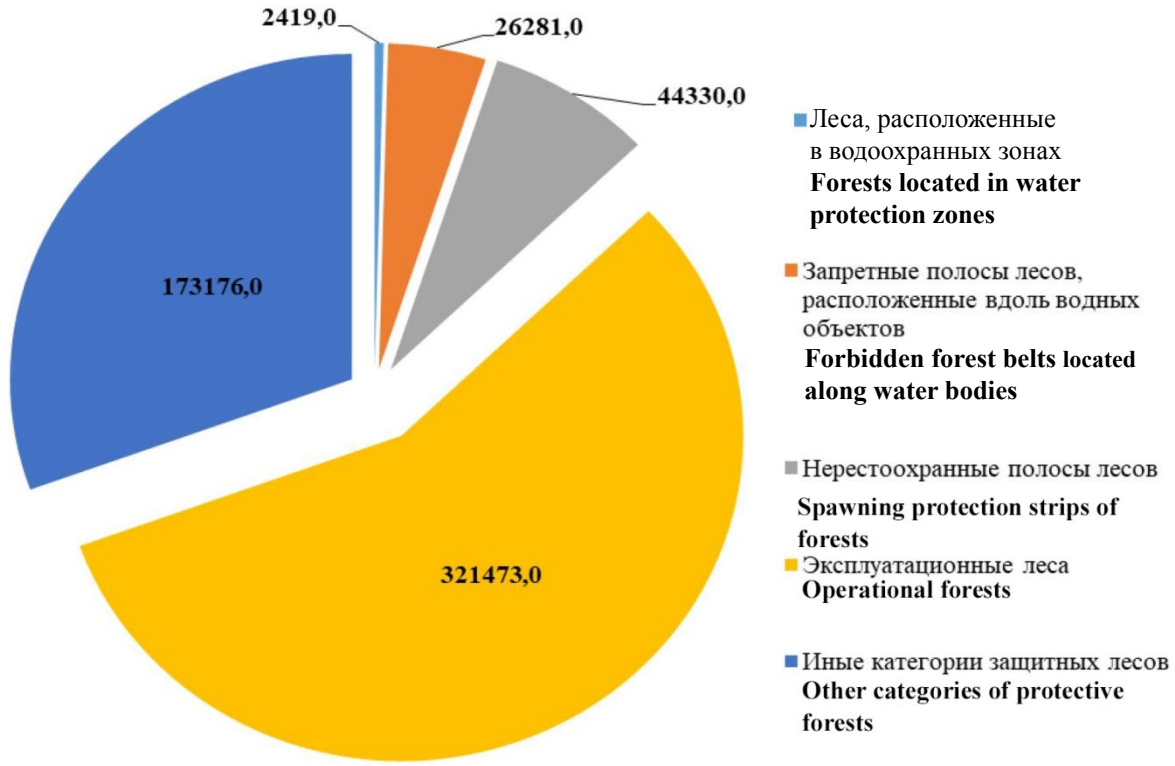


Рис. 1. Распределение лесов Нижне-Тагильского лесничества по целевому назначению и категориям защитных лесов по данным Государственного лесного реестра на 01.01.2023 г.
Fig. 1. Distribution of forests of the Nizhny Tagil forestry by purpose and categories of protective forests according to the State Forest Register as of 01.01.2023

К запретным полосам лесов, расположенных вдоль водных объектов, относятся леса, примыкающие непосредственно к руслу реки или берегу другого водного объекта, а при безлесной пойме – к пойме реки, выполняющей водорегулирующие функции. Запретные полосы выделяются на землях лесного фонда вдоль рек протяженностью более 25 км, а также вокруг озер и водохранилищ площадью более 100 га.

Данная категория защитных лесов обеспечивает защиту берегов рек и озер от эрозии почвы и загрязнения, предотвращая попадание вредных веществ в водоемы. Благодаря этому сохраняется качество питьевой воды и условия обитания для водных организмов, поддерживается биоразнообразие. В запретной полосе лесов происходит сохранение и восстановление естественных экосистем.

Ширина запретных полос определяется по нормативам, установленных в прил. 3 Лесоустроительной инструкции (Приказ Министерства…, 2022). На территории Уральского федерального округа ширина запретных полос может изменяться от 300 до 1500 м. При проектировании данной категории защитных лесов границы водного объекта берутся на основании сведений об описании местоположения береговой линии, содержащихся в ЕГРН.

К нерестоохранным полосам лесов относятся леса, расположенные в границах рыбохозяйственных заповедных зон, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов (Приказ Министерства…, 2022).

Границы нерестоохранных полос лесов устанавливаются на основании решения об установлении рыбохозяйственной заповедной зоны, изменении ее границ или о прекращении ее существования в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации (2023). Сведения о границах рыбохозяйственных заповедных зон вносятся в ЕГРН. Эти данные при лесоустройстве берутся

Электронный архив УГЛТУ

за основу проектирования защитных лесов – нерестоохранных полос лесов.

В случае отсутствия сведений о водных объектах и границ выделяемых вдоль них зон в ЕГРН фактическое их местоположение определяется по результатам визуального осмотра в натуре и (или) по материалам ДЗЗ.

Результаты и их обсуждение

Проектирование защитных лесов в границах лесничества – это сложный трудоемкий процесс с обработкой большого объема информации. С целью его оптимизации большое значение будет иметь определенная последовательность основных этапов работ.

1. Сбор исходных материалов. Целевое назначение лесов определяется на основании нормативно-правовых документов смежного законодательства, которые выделяют зоны с особыми условиями использования территорий. При проектировании защитных лесов вдоль водных объектов использовались документы, представленные в табл. 1.

Площадь лесов, расположенных в водоохранных зонах, будет зависеть от количества водных объектов. Данные по рекам, их протяженности и ширины водоохранной зоны в границах Нижне-Тагильского лесничества представлены в табл. 2. Сведения взяты по данным Государственного водного реестра, предусмотренным ст. 31 Водного кодекса РФ (2006).

Запретные полосы лесов, расположенных вдоль водных объектов, проектируются вдоль рек протяженностью более 25 км. Главными критериями являются горная или равнинная местность и протяженность реки. Данные о протяженности рек и соответствующей ширине запретных полос представлены в табл. 3.

Таблица 1
Table 1

Перечень исходных данных для проектирования категорий защитных лесов, расположенных вдоль водных объектов
A list of initial data for the design of categories of protective forests located along water bodies

Категория защитных лесов Category of protective forests	Исходные данные Initial data
Леса, расположенные в водоохранных зонах Forests located in water protection zones	Сведения из ЕГРН (сведения об описании местоположения границ водоохранных зон) Ст. 65 Водного кодекса РФ (Водный кодекс…, 2006) The data from the USRRE (data on the description of the location of the boundaries of water protection zones) Article 65 of the Water Code of the Russian Federation
Запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов Forbidden forests belts located along water bodies	Сведения из ЕГРН (сведения об описании местоположения береговой линии) Лесоустроительная инструкция утвержденная приказом Минприроды РФ от 05.08.2022 г. № 510 (прил. 3) (Приказ Министерства…, 2022) The data from the USRRE (data on the description of the location of the coastline) Forest management instruction approved by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 05.08.2022 № 510 (Appendix 3)
Нерестоохранные полосы лесов Spawning protection belts of forests	Сведения из ЕГРН (сведения об описании местоположения границы рыбохозяйственных заповедных зон) Постановление Совмина РСФСР № 554 от 26.10.1973 г. «Об утверждении перечня рек, их притоков и других водоемов, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб» (с дополнениями) Постановление Совета…, 1978; Постановление Совета…, 1979) The data from the USRRE (data on the description of the location of the border of fishery protected areas) Resolution of the Council of Ministers of the RSFSR № 554 dated 26.10.1973 “On approval of the list of rivers, their tributaries and other reservoirs that are spawning grounds for salmon and sturgeon fish” (with additions)

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2
Table 2

Перечень водных объектов на территории Нижне-Тагильского лесничества
List of water bodies in the territory of the Nizhny Tagil Forestry

№ пп	Название водного объекта Name of the water body	Протяженность, км Length, km	Ширина водоохраной зоны, м Width of the water protection zone, m
1	Кушва Kushva	1016	200
2	Черная Chernaya	16	100
3	Большая Именная Bol’shaya Imennaya	51	200
4	Выя Vyya	58	200
5	Большая Шайтанка Bol’shaya SHajtanka	752	200
6	Большая Кушва Bol’shaya Kushva	12	100
7	Межевая Утка Mezhevaya Utka	121	200
8	Ekва Ekva	207	200
9	Кокуй Kokuj	96	200
10	Кушва Kushva	13	100
11	Каменка Kamenka	12	100
12	Малая Именная Malaya Imennaya	47	100
13	Березовка Berezovka	10	100
14	Шайтанка Shajtanka	30	100
15	Нейва Nejva	294	200
16	Тагил Tagil	414	200
17	Чусовая Chusovaya	592	200
18	Бол. Лебедь Bol. Lebed’	10	100
19	Серебряная Serebryanaya	147	200
20	Лая Laya	29	100
21	Ручьи (65 шт.) Ruch’I (65 p.)	155	50

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 3
Table 3

Крупные реки Нижне-Тагильского лесничества, где возможно запроектировать запретные полосы лесов, расположенных вдоль водных объектов
Large rivers of the Nizhny Tagil forestry, where it is possible to design forbidden forest belts located along water bodies

Наименование водного объекта Name of the water body	Протяженность водотока, км The length of the watercourse, km	Ширина запретных полос лесов, м The width of the forbidden forest belts, m
Чусовая Chusovaya	592,0	1500
Межевая Утка Mezhevaya Utka	121,0	750
Серебряная Serebryanaya	147,0	750
Лая Laya	29,0	300

2. Проверка наличия оснований при проектировании защитных лесов. На данном этапе работ проводится анализ собранных документов. Для уточнения границ осуществляются запросы в органы государственной власти.

Прежде чем начать проектирование, необходимо проанализировать предыдущее распределение лесов по целевому назначению. После методом наложения проверить обоснования для выделения новых категорий. Категории защитных лесов вдоль водных объектов не проектируются в местах, где они попадают на такие категории, как:

1) леса, расположенные в зеленых зонах;

2) леса, расположенные в лесопарковых зонах;

3) леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях;

4) леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

5) леса, расположенные в орехово-промысловых зонах.

Важно соблюдать приоритетность в проектировании лесов вдоль водных объектов. В первую очередь проектируются леса, расположенные в водоохранных зонах, затем нерестоохранные полосы лесов и в конце запретные полосы лесов вдоль водных объектов.

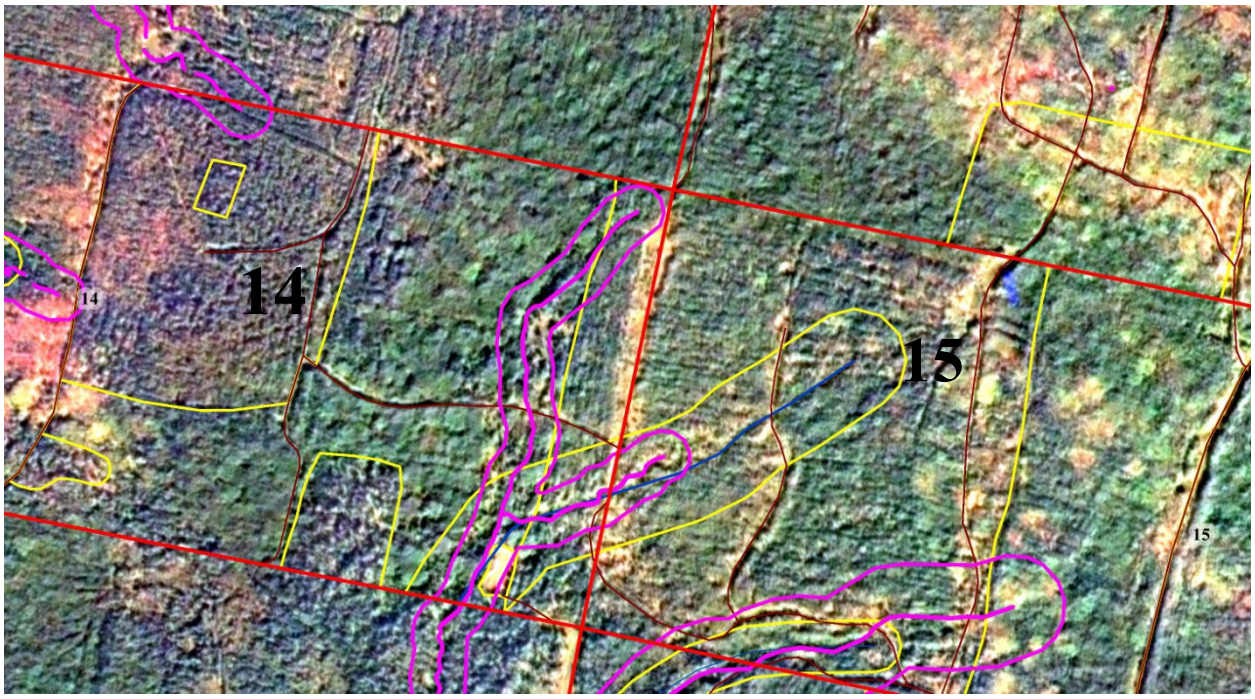
Если ширина водоохранной зоны совпадает с шириной нерестоохранной зоны, то проектируется первая. Аналогично с запретными полосами лесов вдоль водных объектов и нерестоохранными полосами лесов.

3. Проектирование целевого назначения лесов вдоль водных объектов. На данной стадии работ необходимо совместить сведения из ЕГРН с материалами лесоустройства. Далее происходит разрезание выделов и их перелитерация.

На территории Нижне-Тагильского лесничества выявлены случаи несовпадения местоположения водного объекта в натуре или по данным ДЗЗ со сведениями ЕГРН. Пример показан на рис. 2. В таких случаях, по рекомендации Рослесхоза, проектирование необходимо осуществлять все же по данным ЕГРН. Процедура внесения изменений еще не определена. Это является одной из важных проблем, которая может привести к нарушению лесного законодательства при использовании лесов. Для решения этого вопроса при проектировании защитных лесов указанных категорий, возможно, необходимо производить двойную нарезку выделов в соответствии с ЕГРН и ДЗЗ с обозначением конкретного местоположения водного объекта.

При проектировании нерестоохранных полос лесов прорабатываем наличие сведений о данной зоне в ЕГРН. Если нет этих данных, то информацию о водных объектах необходимо брать из Постановления Совмина РСФСР.

Электронный архив УГЛТУ



Условные обозначения:

Symbols:

Река, ручей
River, stream

Граница выделов
Boundaries of allotments

Граница кварталов
The boundary of the blocks

Граница водоохранных зон
(по данным ЕГРН)
The border of water protection zones
(according to the USRRE)

Рис. 2. Расхождение местоположения реки в натуре и по данным ЕГРН
Fig. 2. The discrepancy between the location of the river in kind and according to the USRRE data

Ширину нерестоохранной полосы назначаем по данным из постановления. Если реки нет в перечне, то оставляем в соответствии с предыдущим лесоустройством.

При проектировании запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов, также проверяем наличие сведений в ЕГРН. Ширина запретных полос устанавливается в зависимости от рельефа местности и протяженности реки в соответствии с прил. 3 Лесоустроительной инструкции, утвержденной приказом Минприроды РФ от 05.08.2022 № 510.

4. Камеральные работы. После проектирования защитных лесов происходит анализ выполненных работ, сравниваются новые данные с предыдущими материалами лесоустройства.

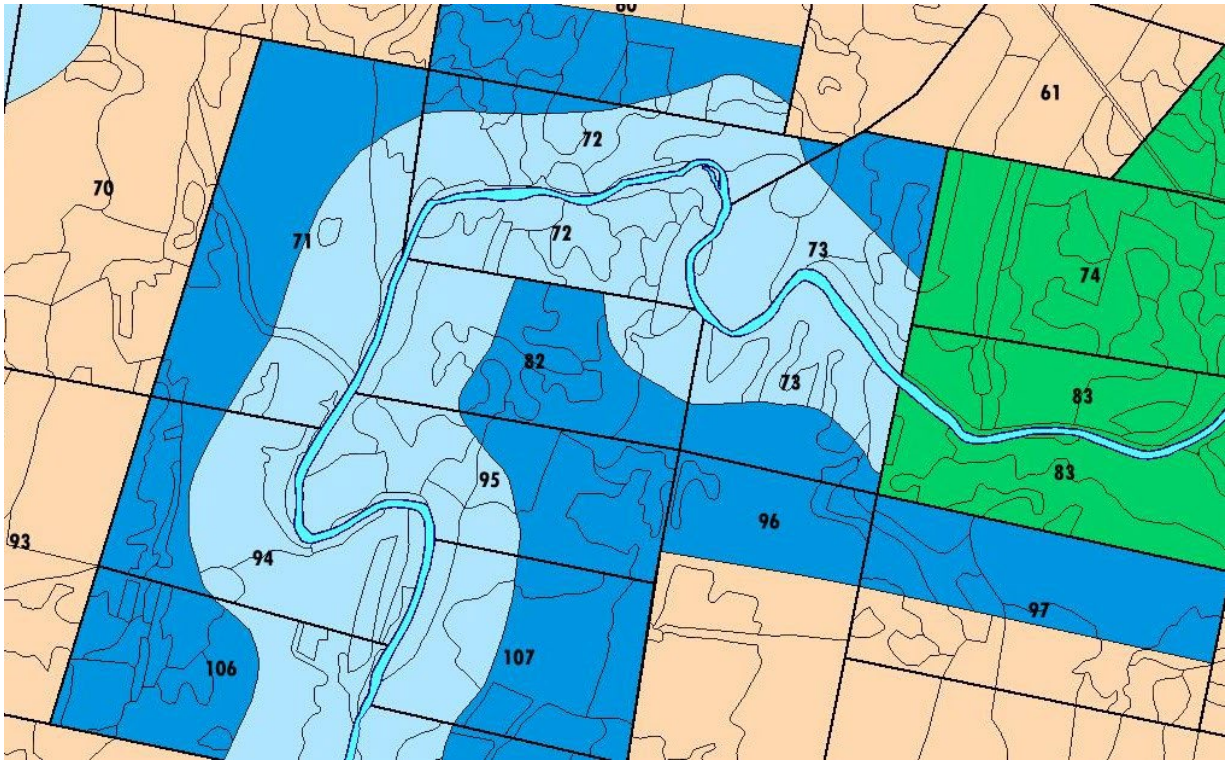
На рис. 3 показано, какие категории защитных лесов были выделены по материалам лесоустройства 2000 г.

На представленной карте-схеме видно, что леса, расположенные в водоохранных зонах, не были спроектированы. Кроме того, запретные полосы лесов, расположенных вдоль водных объектов, выделены без учета ширины указанной зоны.

Пример запроектированных в 2023 г. категорий защитных лесов представлен на рис. 4.

На представленной карте-схеме выделена новая категория защитных лесов – леса, расположенные

Электронный архив УГЛТУ



Условные обозначения:
Symbols:

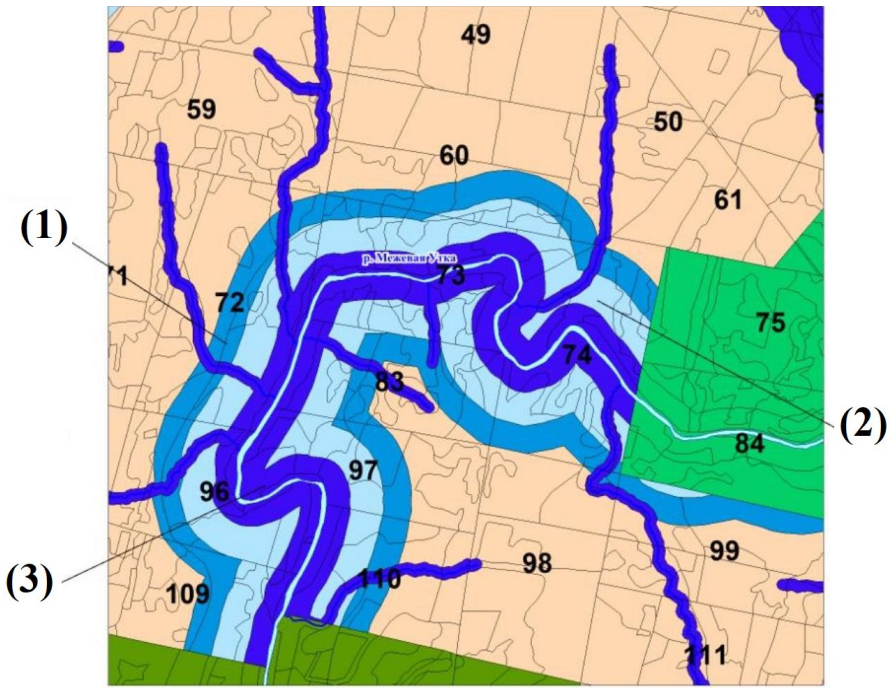
- Река / River
- Границы выделов / Plot boundaries
- Границы кварталов / Block boundaries
- Нерестоохранные полосы лесов / Spawning protection belts of forests
- Леса, расположенные в водоохранных зонах / Forests located in water protection zones
- Запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов / Forbidden forest belts located along water bodies
- Леса, расположенные в лесопарковых зонах / Forests located in forested areas
- Эксплуатационные леса / Operational forests

Рис. 3. Распределение лесов по целевому назначению в Нижне-Тагильском лесничестве по данным предыдущего лесоустройства 2000 г.
Fig. 3. Distribution of forests according to their intended purpose according to the data of the previous forest management in 2000

в водоохранных зонах, шириной 200 м вдоль реки Межевая Утка по сведениям об описании местоположения границ водоохранной зоны (данные ЕГРН). Нерестоохранные полосы лесов запроектированы на основании Постановления Совмина РСФСР шириной 500 м. Проектирование запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов, проведено на основании прил. 3 Лесоустроительной инструкции (протяженность реки Межевая Утка 121 км, ширина запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов, – 750 м).

По результатам проектирования целевого назначения лесов составляется пояснительная записка с указанием основания проведения работ, используемых сведений и данных, а также приводятся сравнительные ведомости.

Электронный архив УГЛТУ



Условные обозначения:
Symbols:

- Река / River
- Границы выделов / Plot boundaries
- Границы кварталов / Block boundaries
- Нерестоохранные полосы лесов / Spawning protection belts of forests
- Леса, расположенные в водоохранных зонах / Forests located in water protection zones
- Запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов / Forbidden forest belts located along water bodies
- Леса, расположенные в лесопарковых зонах / Forests located in forested areas
- Эксплуатационные леса / Operational forests

(1) **Запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов**
Ширина запретной полосы вдоль р. Межевая Утка 750 м на основании прил. 3 действующей Лесоустроительной инструкции (протяженность р. Межевая Утка 121 км, горная часть)
Forbidden forest belts located along water bodies
The width of the restricted belt along the Mezhevaya Utka River is 750 meters based on Appendix № 3 of the current Forestry Agency (the length of the Mezhevaya Utka River is 121 km, the mountainous part)

(2) **Нерестоохранные полосы лесов**
Ширина нерестоохранной полосы вдоль р. Межевая Утка 500 м по данным из Постановления Совмина РСФСР от 15.02.1979 № 97 “О дополнении перечня рек, их притоков и других водоемов, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб”
Spawning protection belts of forests
The width of the spawning area along the Mezhevaya Utka River is 500 meters, according to the Decree of the Council of Ministers of the RSFSR dated 15.02.1979 № 97 “On supplementing the list of rivers, their tributaries and other waterways that are spawning grounds for salmon and sturgeon fish”

(3) **Леса, расположенные в водоохранных зонах**
Ширина водоохраной зоны вдоль р. Межевая Утка 200 м, по данным ЕГРН
Forests located in water protection zones
The width of the protected water area along the Mezhevaya Utka river is 200 meters according to the USRRE data

Рис. 4. Проектирование категорий защитных лесов вдоль водных объектов на примере Нижне-Тагильского лесничества
Fig. 4. Design of categories of protective forests along water bodies on the example of the Nizhny Tagil forestry

Электронный архив УГЛТУ

Итоговые данные об изменении площадей защитных лесов, расположенных вдоль водных объектов, показаны в табл. 4.

Сравнительный анализ (рис. 5) изменений площади лесного фонда Нижне-Тагильского лесничества по целевому назначению и категориям защитных лесов приведен по данным ГЛР на 01.01.2023 г.

Изменение границ произведено в связи с уточнением категории защитных лесов вдоль реки Чусовая, реки Сылвица, реки Серебряная, реки Межевая Утка, реки Сулем, реки Шурыш, реки Еква, реки Бол. Потяж, реки Луковка, реки Кашка.

Изменения лесов, расположенных в водоохранных зонах, обусловлено тем, что новые правила проектирования данной категории защитных лесов по действующей Лесоустроительной инструкции предусматривают проектирование в первую очередь по данным ЕГРН. Следовательно, площадь данной категории значительно увеличилась.

Нерестоохранные полосы лесов, по данным предыдущего лесоустройства, были более широкие. По Постановлению Совмина РСФСР была определена их ширина. Но с учетом приоритетности водоохранной зоны площадь нерестоохранных полос значительно уменьшилась.

Площадь запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов, по результатам проектирования также была изменена. По предыдущему лесоустройству данная категория лесов была выделена целыми кварталами. По новым правилам запретные полосы лесов проектируются в зависимости от протяженности реки. С учетом приоритетности водоохранной зоны и нерестоохранных полос площадь запретных полос значительно уменьшилась.

Таблица 4
Table 4

Существующее и проектируемое распределение лесов по целевому назначению на территории Нижне-Тагильского лесничества
The existing and projected distribution of forests for their intended purpose in the territory of the Nizhny Tagil forestry

Целевое назначение и категории защитных лесов Purpose and categories of protective forests	По данным ГЛР на 01.01.2023 г., га According to GLR data as of 01.01.2023, ha	Проектируемые, га Projected, ha	Динамика, +/– га Dynamics, +/– ha
Всего лесов Total forests	567 679,0	552 718,0000	–14 961,0000
I. Защитные леса, всего I. Protective forests, total	246 206,0	235 064,6055	–11 141,3955
1. Леса, расположенные в водоохранных зонах 1. Forests located in water protection zones	2419,0	23 488,6022	+21 069,6022
2. Ценные леса, всего 2. Valuable forests, total	71518,0	24 160,6812	–47 357,3188
в том числе: including:			
– запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов – forbidden forest belts locate dalong water bodies	26281,0	6275,7182	–20 005,2818
– нерестоохранные полосы лесов – spawning protection forest belts	44330,0	17458,0536	–26 871,9464

Примечание. Площади по результатам проектирования предварительно внесены, но находятся на доработке.
Note. According to the design results, the areas have been preliminarily introduced, but they are under revision.

Электронный архив УГЛТУ

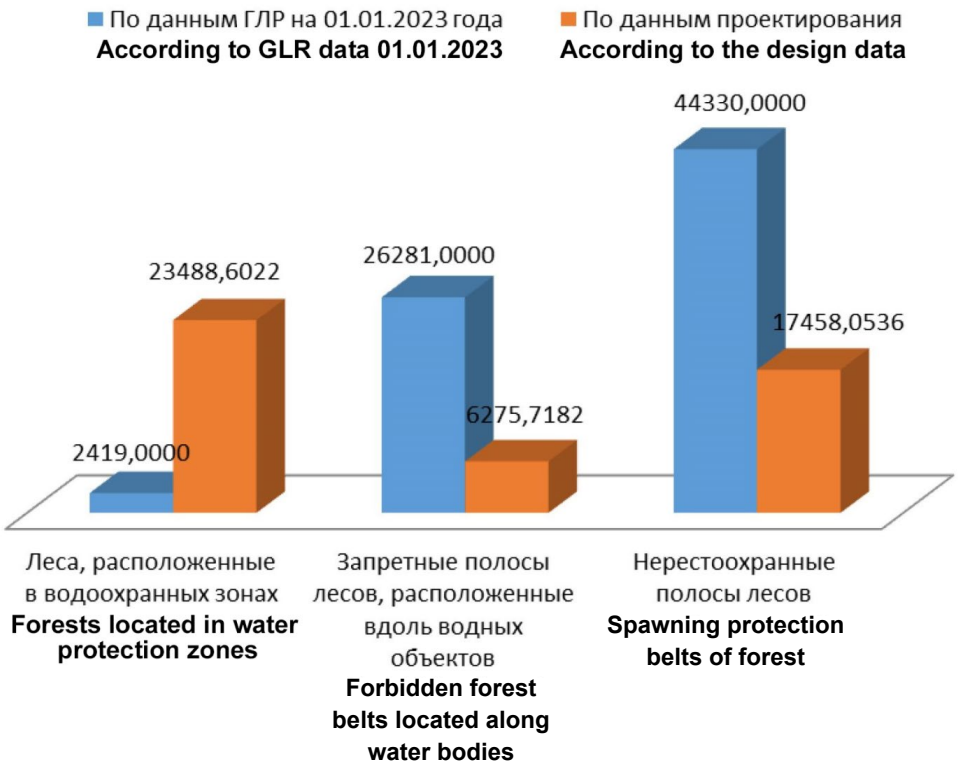


Рис. 5. Сравнительный анализ изменения площади защитных лесов, расположенных вдоль водных объектов на территории Нижне-Тагильского лесничества
Fig. 5. Comparative analysis of changes in the area of protective forests located along water bodies in the territory of the Nizhny Tagil forestry

Проектирование нерестоохранных полос лесов также ставится под сомнение в связи с давностью постановлений Совмина РСФСР и в связи с отсутствием там большинства крупных рек, где ранее были запроектированы нерестоохранные полосы лесов. Также, согласно Лесоустроительной инструкции, нерестоохранные полосы лесов сокращаются до размеров рыбохозяйственных заповедных зон, внесенных в ЕГРН.

По результатам работ внесены корректировки в распределение лесов по целевому назначению и категориям защитных лесов в соответствии с Приказом Рослесхоза от 19.02.2019 г. № 359 «Об установлении границ Нижне-Тагильского лесничества в Свердловской области» (Приказ Федерального агентства…, 2019).

Выводы

1. Существующее распределение лесов по целевому назначению требует значительной корректировки. В основе проектирования защитных лесов вдоль водных объектов лежат сведения из ЕГРН о зонах с особыми условиями. Отмечены случаи несовпадения этих данных с фактическим местоположением рек. Данное обстоятельство необходимо учитывать при ведении лесного хозяйства.

2. По результатам проектирования защитных лесов на территории Нижне-Тагильского лесничества площадь водоохранных зон значительно увеличилась – на 21 069,6022 га. Площадь нерестоохранных зон уменьшилась на 26 871,9464 га, лесов, расположенных в водоохранных зонах, – на 20 005,2818 га. Такие изменения связаны с внесением сведений о водных объектах и применением новой лесоустроительной инструкции.

3. Выполненные работы по выделению защитных лесов вдоль водных объектов на территории Нижне-Тагильского лесничества позволили разработать рекомендации с целью осуществления их проектирования.

Электронный архив УГЛТУ

Список источников

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ (ред. от 25.12.2023 г. (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.12.2023) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 17.01.2024).

Лесной кодекс Российской Федерации : Федеральный закон : принят Гос. Думой 08.11.2006 г. ; одобрен Советом Федерации 24.11.2006 г. : ред. от 04.08.2023 г. (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_465625/ (дата обращения: 17.01.2024).

Об утверждении Лесоустроительной инструкции : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 5 августа 2022 г. № 510 // Кодекс : [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/351878696 (дата обращения: 17.01.2024).

Об утверждении перечня рек, их притоков и других водоемов, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб : Постановление Совета Министров РСФСР от 26 октября 1973 г. № 554. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=7987 (дата обращения: 17.01.2024).

О дополнении перечня рек, их притоков и других водоемов, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб : Постановление Совета Министров РСФСР от 7 августа 1978 года № 388. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=64046 (дата обращения: 17.01.2024).

О дополнении перечня рек, их притоков и других водоемов, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб : Постановление Совета Министров РСФСР от 15 февраля 1979 г. № 97. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=64030 (дата обращения: 17.01.2024).

Об утверждении Правил установления рыбохозяйственных заповедных зон, изменения их границ, принятия решений о прекращении существования рыбохозяйственных заповедных зон : Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2023 № 1928 // Гарант : [сайт]. URL: https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1658655/ (дата обращения: 17.01.2024).

References

On approval of the list of rivers, their tributaries and other reservoirs that are spawning sites for salmon and sturgeon fish : Resolution of the Council of Ministers of the RSFSR of October 26, 1973 № 554. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=7987 (accessed 17.01.2024).

On Approval of the Rules for Establishing Fisheries Management Zones, Changing Their Borders, and Making Decisions on the Termination of the Existence of fi sheries conservation areas : Resolution of the Government of the Russian Federation dated 16.11.2023 № 1928 // Garant : [website]. URL: https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1658655/ (accessed 17.01.2024).

On supplementing the list of rivers, their tributaries and other reservoirs that are spawning sites for salmon and sturgeon fish : Resolution of the Council of Ministers of the RSFSR of February 15, 1979 № 97. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=64030 (accessed 17.01.2024).

On supplementing the list of rivers, their tributaries and other reservoirs that are spawning sites for salmon and sturgeon fish : Resolution of the Council of Ministers of the RSFSR of August 7, 1978 № 388. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1gdocumentId=64046 (accessed 17.01.2024).

Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 510 dated August 5, 2022 “On approval of Forest management instructions”. URL: https://docs.cntd.ru/document/351878696 (accessed 17.01.2024).

The Forest Code of the Russian Federation : Federal Law : [adopted by the State Duma on 08.11.2006: approved by the Federation Council on 24.11.2006 (ed. Dated 04.08.2023) (with amendments and

Электронный архив УГЛТУ

additions, introduction. effective from 01.01.2024) // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_465625/ (accessed 17.01.2024).

The Water Code of the Russian Federation dated 03.06.2006 № 74-FZ (as amended on 25.12.2023 (with amendments and additions, intro. effective from 30.12.2023) // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (accessed 17.01.2024).

Информация об авторах

А. В. Суслов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. А. Корелина – магистрант.

Information about the authors

A. V. Suslov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

A. A. Korelina – master's degree.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; принята к публикации 30.06.2024.

The article was submitted 20.02.2024; accepted for publication 30.06.2024.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 73–78.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 73–78.

Научная статья
УДК 630*453.793.2:630*174.754
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.008

ВЛИЯНИЕ ЗВЕЗДЧАТОГО ТКАЧА-ПИЛИЛЬЩИКА НА ПРИРОСТ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ОЧАГАХ ЕГО РАЗМНОЖЕНИЯ

Ирина Николаевна Проскурнина[1], Василий Павлович Шелухо[2]

[1, 2] Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия
[1] proskurnina00@list.ru, http://orcid.org/0009-0002-0008-0816
[2] sheluhovp@rambler.ru, http://orcid.org/0000-0002-7454-5711

Аннотация. Цель работы – изучение влияния объедания крон звездчатым пилильщиком на ростовые процессы сосны обыкновенной разного возраста. Работы проводились стандартными методами лесопатологии и дендрохронологии. Для изучения радиального прироста сосны на пяти участках с различной степенью объедания крон взято 67 кернов с деревьев разных категорий объедания и санитарного состояния. Радиальные приросты рассматривались за 24 года (2000–2024 гг.). У деревьев всех групп возраста отмечено снижение радиального прироста древесины со времени образования очага размножения вредителя (2016 г.). Наибольшее снижение радиального прироста зафиксировано в сосняках III–IV классов возраста, которые являются резервациями вредителя с сильным и сплошным объеданием крон. Объедание вредителем оказывает отрицательное влияние на прирост и пропорционально степени объедания деревьев. В средневозрастных и приспевающих древостоях четко прослеживается связь степени объедания и размера радиального прироста в очагах вредителя. Спелые и перестойные насаждения более устойчивы к объеданию, отмечена стимуляция прироста после слабого объедания в течение 1–3 лет. Результаты исследования могут быть использованы в системе лесозащиты, а также имеют научно-практическую значимость для рационального ведения лесного хозяйства.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, звездчатый ткач-пилильщик, санитарное состояние, радиальный прирост

Для цитирования: Проскурнина И. Н., Шелухо В. П. Влияние звездчатого ткача-пилильщика на прирост древесины сосны обыкновенной в очагах его размножения // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 73–78.

© Проскурнина И. Н., Шелухо В. П., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

THE INFLUENCE OF THE STELLATE SAWFLY-WEAVER ON THE GROWTH OF SCOTS PINE WOOD IN ITS BREEDING GROUNDS

Irina N. Proskurnina[1], Vasiliy P. Shelukho[2]

[1, 2] Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia
[1] proskurnina00@list.ru, http://orcid.org/0009-0002-0008-0816
[2] sheluhovp@rambler.ru, http://orcid.org/0000-0002-7454-5711

Abstract. The purpose of the work is to research the effect of crown browsing by the stellate sawfly on the growth processes of Scots pine of different ages. The research was carried out using standard methods of forest pathology and dendrochronology. To research the radial growth of pine trees in five sites with varying degrees of crown browsing, 67 cores were taken from trees of different categories of browsing and sanitary condition. Radial growths were considered for 24 years (2000–2024). Trees of all age groups showed a decrease in radial wood growth since the formation of the pest breeding ground (2016). The greatest decrease in radial growth was recorded in pine forests of age classes III–IV, which are pest reserves with strong and continuous crown browsing. Pest browsing has a negative effect on growth and is proportional to the degree of tree browsing. In middle-aged and decaying stands, there is a clear relationship between the degree of browsing and the size of radial growth in pest foci. Ripe and over-ripe plantations are more resistant to browsing, and growth is stimulated after low browsing for 1–3 years. The results of the research can be used in the forest protection system and also have scientific and practical significance for the rational management of forestry.

Keywords: common pine, stellate sawfly-weaver, sanitary condition, radial growth

For citation: Proskurnina I. N., Shelukho V. P. The influence of the stellate sawfly-weaver on the growth of Scots pine wood in its breeding grounds // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 73–78.

Введение

Методы дендрохронологии широко используются для изучения внешнего воздействия факторов разного характера на рост древесных растений (Садовникова, Алексеев, 2019; Симоненков, Симоненкова, 2014; Радиальный прирост…, 2021).

Деревья реагируют на любые факторы внешней среды интенсивностью ростовых процессов. Радиальный прирост древесины является отражением равнодействующего вектора факторов внешней и внутренней среды, определяющих состояние дерева и его устойчивость. Узкие годичные кольца указывают на годы засух и иные ограничительные факторы роста, а широкие – на благоприятные годы (Радиальный прирост…, 2021; Битвинскас, 1974; Изменение…, 2011).

В настоящее время значительную угрозу сосновым лесам Брянщины представляет звездчатый пилильщик – ткач (*Acantholyda posticalis* Mats.) – очаг которого отмечен в 2009 г. и к 2023 г. увеличивший площадь в 47 раз ($S_{общ}$ = 2565,2 га) (Шершнев и др., 2012; Алдушина, 2017; Шелухо, 2020; Проскурнина, Шелухо, 2024а).

Основу питания звездчатого пилильщика-ткача на территории области составляют средневозрастные сосновые насаждения. Около 60 % площади очагов вредителя приходится на сосняки IV класса возраста (61–80 лет), зеленомошной группы типов леса (Алдушина, 2017; Проскурнина 2024).

Повреждения звездчатым ткачом-пилильщиком приводят к снижению устойчивости деревьев, переходом насаждений в категории «ослабленные» и «сильноослабленные», снижению прироста и увеличению текущего отпада (Шершнев и др., 2012; Алдушина, 2017; Шелухо, 2020; Проскурнина, Шелухо, 2024б).

Электронный архив УГЛТУ

В настоящее время на территории Брянской области влияние звездчатого ткача-пилильщика на ростовые процессы деревьев не изучено, но имеет высокую научную и практическую значимость для обоснования режима ведения лесного хозяйства.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Объект исследования – сосновые насаждения Фокинского участкового лесничества ГКУ БО «Брянское лесничество» в очаге размножения пилильщика.

Цель работы – изучение влияния объедания крон пилильщиком на ростовые процессы сосны обыкновенной.

Задачи: проведение дендрохронологического обследования в различных группах возраста сосновых насаждений, анализ степени воздействия вредителя-филлофага на древостои и выявление наиболее уязвимой возрастной группы сосняков на территории Брянской области.

Методика: работа включала в себя два этапа: сбор и обработку информации. Анализировались керны древесины, взятые возрастным буравом. Обработка данных проводилась с использованием прикладных программ Excel, Surfer, STATISTIKA.

Для проведения дендрохронологических исследований было отобрано пять участков чистых сосняков от средневозрастных до перестойных со средней степенью объедания вредителем, ослабленных и сильно ослабленных по санитарному состоянию. Всего было взято 67 кернов с деревьев разных категорий санитарного состояния (здоровые – с объеданием до 25 %, ослабленные – до 50 %, сильно ослабленные – до 75 %, усыхающие – объедание более 75 %, погибшие) по общепринятой методике (Методы дендрохронологии, 2000). Рассматривались приросты древесины за 24 года (2000–2024 гг.).

Результаты и их обсуждение

Очаг размножения звездчатого ткача отмечен на обследуемой территории в 2017 г., однако первые признаки объедания проявились в 2014–2015 гг. В 2017 г. радиальный прирост у здоровых деревьев III класса возраста сократился до 2,09 мм (на 30 %), в последующие три года прирост постепенно снижался (в 2021 г. уменьшился на 34 %), а к 2023 г. снизился на 30 %.

В древостое IV класса возраста прирост у здоровых деревьев с 2016 г. снизился на 32 %, у ослабленных – на 25 %, у сильно ослабленных – на 51 %, у усыхающих – на 35 %, у погибших (свежий сухостой 2024 г.) – на 40 %.

В приспевающих древостоях (V класса возраста) сосны отмечено снижение общего радиального прироста древесины в 2017 г. с момента регистрации очага вредителя: у здоровых деревьев – на 46 %, у ослабленных – на 38 %, у сильно ослабленных – на 42 %, у усыхающих – на 8 %, у погибших – на 25 %.

Среднегодовой радиальный прирост деревьев в спелых древостоях (VI класс) в период действия очага звездчатого пилильщика (2017–2024 гг.) снизился у здоровых деревьев на 40 %, у ослабленных – на 39 %, у сильно ослабленных – на 35 %, у усыхающих – на 37 %, у погибших (св. сухостой) – на 38 %.

У перестойных деревьев в период действия очага вредителя средний прирост у здоровых составил 0,96 мм (это ниже среднего многолетнего уровня на 33 %), у ослабленных снижение составило 47 %, у сильно ослабленных – 42 %, у усыхающих – 28 %.

В насаждениях III–V классов возраста динамика радиальных приростов имеет общие тенденции. Падение приростов отмечено в 2010 г., причина – засуха, что подтверждают данные ГТК (0,85 – среднее за вегетационный период). А также в другие засушливые годы – 2014 ($ГТК_{ср}$ = 0,83) и 2023 ($ГТК_{ср}$ = 0,7). Устойчивое снижение радиальных приростов прослеживается со времени регистрации очага пилильщика-ткача. С 2015 г. прирост стал снижаться, резкое снижение приростов отмечено в годы сильного объедания деревьев звездчатым пилильщиком – ткачом (2017, 2023).

У здоровых деревьев резко снизился прирост после повреждения пилильщиком в 2017 г. Резкое увеличение численности популяции вредителя и средней степени объедания в 2018 г. привело к резкому снижению прироста и в следующем году.

Электронный архив УГЛТУ

В 2024 г. отмечались увеличение прироста из-за повышенной влажности в 2021–2022 гг., повышение доли диапаузирующих личинок и снижение степени объедания крон. По данным учетов в 2023 г., доля эонимф (осенние учеты) составляла от 83,4 до 93,3 %, т. е. почти все особи остались в диапаузе, а в 2024 г. (осенние учеты) их доля резко снизилась, и на следующий год следует ожидать увеличения поврежденности крон деревьев.

Согласно данным прироста, за время действия очага размножения вредителя произошло ухудшение состояния наиболее ослабленной части древостоя. У деревьев 4 категории состояния (усыхающие) с 2018 г. при ежегодном объедании ткачом-пилильщиком отмечается снижение прироста, и в будущем они перейдут в категорию погибших.

По данным радиального прироста спелых VI класса возраста насаждений деревья здоровые, ослабленные и сильно ослабленные среагировали на погодные факторы только в 2013 г. (прирост снизился), но спелые насаждения были более устойчивы к засухе, нежели средневозрастные и приспевающие. Повреждения ткачом-пилильщиком произошло в данном насаждении в 2016 г. (резкое снижение прироста), а также в 2020 г. При сильном объедании на следующий год прирост снижается, а потом несколько увеличивается, а при слабом сначала увеличивается, а потом снижается. В 2024 г. отмечалась тенденция увеличения прироста, как и у других групп возраста, это связано со снижением численности питающихся личинок вредителя.

Более тесные корреляционные связи отмечены между степенью объедания крон и приростом поздней древесины, видимо, из-за растянутости лета вредителя и срока питающихся личинок.

Выводы

1. Радиальные приросты поздней древесины можно считать информативным признаком состояния крон деревьев и степени их объедания.

2. У всех возрастных групп сосняков отмечается тенденция снижения радиальных приростов при воздействии засух и объедании крон вредителем. Средневозрастные и приспевающие сосняки примерно одинаково среагировали приростом на объедание, но насаждения IV класса возраста, в которых очаг сформировался раньше, отреагировали наиболее остро.

3. Объедание пилильщиком ухудшает санитарное состояние и значительно снижает прирост древесины.

4. Спелые насаждения более устойчивы к засухе и объеданию хвои. При сильном объедании у спелых насаждений на следующий год прирост снижается, а потом увеличивается.

5. Степень уменьшения радиального прироста поврежденных сосняков пропорциональна степени объедания крон деревьев.

6. Оптимальные условия для развития пилильщика-ткача в Брянской области – средневозрастные и приспевающие насаждения с участием сосны в составе более семи единиц.

Список источников

Алдушина Т. В. Биология и лесотипологическая приуроченность звездчатого пилильщика – ткача в Брянской области // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Брянск : БГИТА, 2017. С. 4–8.

Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л. : Гидрометеоиздат, 1974. 172 с.

Изменение радиального прироста сосны обыкновенной в зоне длительного воздействия промышленного загрязнения / *С. А. Чжан*, *Е. М. Рунова*, *О. А. Пузанова*, *Л. А.Чжан* // Хвойные бореальные зоны. 2011. XXIX, № 3–4. С. 304–308.

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

Электронный архив УГЛТУ

Проскурнина И. Н., *Шелухо В. П.* Влияние звездчатого пилильщика-ткача на состояние сосновых насаждений в очагах его размножения // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук : матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. (Брянск, 25 января 2024 г.) / под ред. С. А. Коньшаковой. Брянск : БГИТУ, 2024а. С. 186–190.

Проскурнина И. Н., *Шелухо В. П.* Экологические предпочтения звездчатого пилильщика – ткача в Брянской области // Актуальные вопросы техники, науки, технологии : сб. науч. тр. нац. конф. 07–10 февраля 2024 г. / под общ. ред. Т. Э. Сергутиной. Брянск : Брян. гос. инж.-технол. ун-т, 2024б. С. 85–89.

Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при ингибировании / *В. П. Иванов*, *С. И. Марченко*, *Д. И. Нартов*, *Л. П. Балухта* // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 69–81.

Садовникова А. А., *Алексеев А. С.* Анализ влияния климатических факторов на радиальный прирост сосны румелийской и сосны обыкновенной на основе методов дендрохронологии // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. IV науч.-техн. конф. СПб., 2019. С. 58–60.

Симоненков В. С., *Симоненкова В. А.* Влияние климатического и биотического факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной в очагах массового размножения сосновых пилильщиков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 501.

Шелухо В. П. Особенности развития очагов звездчатого пилильщика-ткача в Брянской области // Наука России: цели и задачи : сб. науч. тр. по матер. XX Междунар. науч. конф. Екатеринбург, 2020. С. 15–19.

Шершнев И. В., *Либерман А. А.*, *Кравцова К. В.* Изучение очага массового размножения звездчатого пилильщика-ткача *Lyda nemoralis* Thoms в сосняках ГКУ Брянской области «Учебно-опытное лесничество» // Актуальные проблемы лесного комплекса, сельское и лесное хозяйство : сб. науч. тр. Брянск : БГИТА, 2012. № 31. С.124–126.

References

Aldushina T. V. Biology and forest typological association of the stellate sawfly in the Bryansk region // Environment surrounding humans: natural, man-made, social. Bryansk, BGITA, 2017. P. 4–8. (In Russ.)

Bitvinskas T. T. Dendroclimatic studies. Leningrad : Hydrometeoizdat, 1974. 172 p.

Changes in the radial growth of Scots pine in the zone of prolonged exposure to industrial pollution / *S. A. Zhang*, *E. M. Runova*, *O. A. Puzanova*, *L. A. Zhang* // Coniferous boreal zones. 2011. XXIX, № 3–4. P. 304–308. (In Russ.)

Methods of dendrochronology. Part I : Fundamentals of dendrochronology. Collecting and obtaining tree-ring information : Educational and methodical stipend / *S. G. Shiyatov*, *E. A. Vaganov*, *A.V. Kirdyanov* [et al.] // Krasnoyarsk : KrasGU, 2000. 80 p.

Proskurnina I. N., *Shelukho V. P.* The influence of the stellate sawfly on the condition of pine plantations in its breeding grounds // Modern trends in the development of fundamental and applied sciences : Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference (Bryansk, January 25, 2024) / edited by S. A. Konshakova. Bryansk : BGITU, 2024a. P. 186–190. (In Russ.)

Proskurnina I. N., *Shelukho V. P.* Ecological preferences of the stellate sawfly in the Bryansk region // Actual issues of engineering, science, technology: collection of scientific papers of the national conference on February 07–10, 2024/ Under the general editorship of T. E. Sergutina. Bryansk : Bryansk state engineer-technol. univ., 2024b. P. 85–89. (In Russ.)

Radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) under inhibition / *V. P. Ivanov*, *S. I. Marchenko*, *D. I. Nartov*, *L. P. Balukhta* // Izv. vuzov. Lesn. zhurnal. 2021. № 1. P. 69–81 (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Sadovnikova A. A., *Alekseev A. S.* Analysis of the influence of climatic factors on the radial growth of Rumelian pine and Scots pine based on dendrochronology methods // Forests of Russia: politics, industry, science, education : Materials of the IV Scientific and Technical Conference. Saint Petersburg, 2019. P. 58–60. (In Russ.)

Shelukho V. P. Features of the development of foci of the stellate sawfly in the Bryansk region // Russian science: goals and objectives : collection of scientific papers based on the materials of the XX international scientific conference. Yekaterinburg, 2020. P. 15–19. (In Russ.)

Shershnev I. V., *Lieberman A. A.*, *Kravtsova K. V.* Study of the mass breeding site of the LydanemoralisThoms star sawfly in the pine forests of the Bryansk region State University "Educational and Experimental Forestry" // Actual problems of the forest complex, agriculture and forestry : Collection of scientific papers. Bryansk : BGITA, 2012. № 31. P.124–126. (In Russ.)

Simonenkov V. S., *Simonenkova V. A.* The influence of climatic and biotic factors on the radial growth of Scots pine in the centers of mass reproduction of pine sawflies // Modern problems of science and education. 2014. № 4. P. 501. (In Russ.)

Информация об авторах

И. Н. Проскурнина – аспирант;

В. П. Шелухо – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

I. N. Proskurnina – graduate student;

V. P. Shelukho – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 07.03.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 07.03.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 79–86.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 79–86.

Научная статья
УДК 630.8
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.009

ОБЪЕМЫ УГЛЕРОДА В ЖИВОМ НАПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ПОД ПОЛОГОМ ЕЛЬНИКОВ КИСЛИЧНОГО ТИПА ЛЕСА

М. И. Мунтяну[1], А. В. Грязькин[2], Н. В. Беляева[3], М. А. Хоанг[4], Л. К. Волдаев[5], Д. Комауэ[6]

[1–6] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Анатолий Васильевич Грязькин, galbel06@mail.ru

Аннотация. Представлены материалы по запасам углерода, накопленного в травяно-кустарничковом и мохово-лишайниковом ярусах под пологом ельников. Объект исследования – ельники кисличного типа леса, средний возраст древостоев 85–130 лет. Сомкнутость крон верхнего яруса древостоя составляет 68–86 %. Густота древостоя – 570–788 экз./га. Цель исследования – оценка запасов фитомассы и накопленного углерода живым напочвенным покровом под пологом ельников кисличного типа леса. Видовой состав, встречаемость и проективное покрытие растений в составе живого напочвенного покрова определяли на круговых учетных площадках по 10 м^2 в количестве не менее 30 на каждом участке. Запасы фитомассы травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов получены методом укосов на учетных площадках 1 × 1 м. Количество площадок для определения фитомассы – 5 или 6 на каждом опытном участке, т. е. образцы для определения фитомассы отбирали на каждой шестой круговой учетной площадке. При этом надземную часть всех растений в составе срезали и после маркировки укладывали в отдельные пакетики по видам. Разделение зеленых мхов и сфагнумов по видам не осуществлялось. В составе живого напочвенного покрова выделено от 22 до 25 видов сосудистых растений и более 8 видов мхов и лишайников. Установлено, что суммарная фитомасса травостоя под пологом ельников кисличного типа леса в зависимости от таксационных характеристик древостоев составляет от 1,2 до 2,3 т/га, что в пересчете на углерод – 0,6–1,1 т/га. Коэффициент пересчета фитомассы в углерод принят равным 0,46. Полученные результаты можно сравнивать с данными по другим типам леса и лесообразующим породам.

Ключевые слова: Ленинградская область, ельник кисличный, живой напочвенный покров, запасы фитомассы, углерод

Для цитирования: Объемы углерода в живом напочвенном покрове под пологом ельников кисличного типа леса / М. И. Мунтяну, А. В. Грязькин, Н. В. Беляева [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 79–86.

© Мунтяну М. И., Грязькин А. В., Беляева Н. В., Хоанг М. А., Волдаев Л. К., Комауэ Д., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

CARBON VOLUMES IN LIVING GROUND COVER UNDER THE CANOPY OF OXALIS SPRUCE FOREST TYPE

Marianna I. Munteanu[1], Anatoly V. Gryazkin[2], Natalia V. Belyaeva[3], Minh A. Hoang[4], Leonid C. Voldaev[5], Jonas Komaue[6]

[1–6] St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Anatoly V. Gryazkin, galbel06@mail.ru

Abstract. Materials on carbon stocks accumulated in herbaceous-shrub and moss-lichen layers under the canopy of spruce forests are presented. The object of research is spruce forests of oxalis forest type, the average age of stands is 85–130 years. The crown density of the upper layer of the stand is 68–86 %. The density of the tree stand is 570–788 specimens/ha. The purpose of the research was to assess the reserves of phytomass and accumulated carbon by living ground cover under the canopy of spruce forests of oxalis forest type. Species composition, occurrence and projective cover of plants in the living ground cover were determined on circular survey plots of 10 m^2 with at least 30 plants on each plot. The reserves of phytomass of herbaceous-shrub and moss-lichen layers were obtained by the method of mowing on 1 × 1 m survey plots. The number of plots for phytomass determination was 5 or 6 on each experimental plot, that is samples for phytomass determination were taken at each circular survey plot. At the same time, the above-ground part of all plants in the composition was cut off and after marking were placed in separate bags by species. Green mosses and sphagnum were not separated by species. From 22 to 25 species of vascular plants and more than 8 species of mosses and lichens were identified as part of the living ground cover. It has been established that the total phytomass of the grass stand under the canopy of spruce stands of acadic forest type, depending on the taxation characteristics of the stands, ranges from 1,2 to 2,3 t/ha, which in terms of carbon is 0,6–1,1 t/ha. The phytomass-to-carbon conversion coefficient is assumed to be 0,46. The results obtained can be compared with data on other forest types and forest forming species.

Keywords: Leningrad region, oxalis spruce forest type, living ground cover, phytomass reserves, carbon

For citation: Carbon volumes in living ground cover under the canopy of oxalis spruce forest type / M. I. Munteanu, A. V. Gryazkin, N. V. Belyaeva [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). С. 79–86.

Введение

Лесные экосистемы – важнейшее звено в глобальной цепи трансформаций в материальном мире. Именно в лесу происходит непрерывная ассимиляция больших объемов диоксида углерода в процессе фотосинтеза и его высвобождение при разложении органического вещества, дыхании растений и почвы. Из многочисленных публикаций известно, что в лесных экосистемах накапливается значительное количество углерода (Смирнов, Грязькин, 2000; Грязькин, 2003; Кобак и др., 2003; Запасы углерода…, 2021; Havas, Kubin, 1983; Cerny, 1990; Palumets, 1991; Carbon…, 2002).

Больше всего работ посвящено оценкам запасов фитомассы и углерода в главном компоненте лесных экосистем – в древостое (Смирнов, Грязькин, 2000; Кобак и др., 2003; Депонирование углерода…, 2024; Havas, Kubin, 1983; Cerny, 1990; Palumets, 1991). Углерод в подросте, подлеске, в живом напочвенном покрове представлен

Электронный архив УГЛТУ

в небольших объемах, однако в указанных компонентах леса интенсивность круговорота веществ выше по сравнению с древостоем (Грязькин, 2003; Роль подлеска…, 2024). В этой связи полученные данные являются важным компонентом общего баланса углерода лесных экосистем, что имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Известно, что в надземной части ельника кисличного может накапливаться до 170 т сухой фитомассы. Общая доля растительности нижних ярусов в этой фитомассе составляет не более 4 % (Смирнов, Грязькин, 2000; Кобак и др., 2003; Запасы углерода…, 2021). Несмотря на незначительную фитомассу, подрост, подлесок и живой напочвенный покров в лесном фитоценозе играют важнейшую ценотическую роль – обеспечивают непрерывный и динамичный биологический круговорот веществ.

О. Н. Кранкиной с соавторами оценивались запасы углерода, содержащегося в детрите (Krankina et al., 1999). Анализ запасов углерода в лесных почвах на примере Республики Башкортостан оценивались Р. Р. Байтуриной и Р. Р. Султановой (2024). И. Н. Кургановой и др. (Углеродный бюджет…, 2019) определен углеродный бюджет степных экосистем России. А. А. Титляновой оценена биологическая продуктивность травяных экосистем (Титлянова, 1988).

Цель работы − оценить запасы фитомассы и углерода в живом напочвенном покрове под пологом ельников кисличного типа леса.

Объект и методы исследования

Полевые работы по определению фитомассы живого напочвенного покрова проведены в июне после полного формирования вегетативной части растений в составе травостоя. Для этой цели использовали метод учетных площадок, которые закладывали по свободному учетному ходу (Пат. 2084129, 1997). Величина учетной площадки – 10 м^2, общее количество таких площадок на каждом объекте исследования – не менее 30. На каждой учетной площадке фиксировали все виды в составе живого напочвенного покрова. При этом определяли встречаемость и проективное покрытие для каждого вида в соответствии с установленными нормативами.

Фитомассу травянистых растений находили весовым методом. С этой целью на каждой пятой учетной площадке (10 м^2) закладывали площадку 1 × 1 м. На данной площадке срезали надземную часть всех растений и после маркировки укладывали в отдельные пакетики по видам. Все растения каждого вида с каждой учетной площадки взвешивали сначала в свежем виде, а после высушивания – в сухом состоянии. Для перевода абсолютно сухой фитомассы в углерод использовали коэффициент, равный 0,46, используемый в прежних публикациях по данной теме (Смирнов, Грязькин, 2000; Грязькин, 2003; Кобак и др., 2003).

Результаты и их обсуждение

Ельники на объектах исследования представлены древостоями разного состава и разного возраста (табл. 1).

В составе древостоя на всех объектах исследования преобладает ель численностью от 422 до 690 экз./га. Деревья ели имеют разный возраст, высоту и диаметр ствола. Доли сосны, березы и ольхи серой в составе древостоя незначительны.

Под пологом ельников состав травяно-кустарничковой растительности не отличается большим разнообразием. Живой напочвенный покров на объектах исследования включает от 23 до 26 видов сосудистых растений и более 8 видов мхов и лишайников (табл. 2).

По величине встречаемости и проективному покрытию доминируют зеленые мхи (*Bryidae* Engl.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), щитовник иглистый (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs).

Суммарные запасы углерода, накопленные в травяно-кустарничковом и мохово-лишайниковом ярусах, составляют от 0,6 до 1,1 т/га (табл. 3).

Для сравнения запасов фитомассы живого напочвенного покрова использованы опубликованные данные других иследователей (Титлянова, 1988; Алексеев, Бердси, 1994; Cerny, 1990; Palumets, 1991; Carbon…, 2002).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Таксационная характеристика ельников на объектах исследования
Taxation characteristics of spruce forests at the research sites

Таксационные характеристики древостоя Taxation characteristics of the stand	Объект 1 Subject 1	Объект 2 Subject 2	Объект 3 Subject 3
Состав, % Tree stand composition, %	86Е | 86Ра 8С | 8Ps 3Б | 3Вр 2Рб | 2Sa 1Ивк | 1Sc	78Е | 78Ра 11С | 11Ps 10Б | 10Вр 1Ос | 1Pt	51Е | 51Ра 27Б | 27Вр 17С |17Ps 5Ос | 5Pt
Сомкнутость крон, % Closure of tree crowns, %	86	77	68
Густота древостоя, экз./га Stand density, eq./ha	655	788	570
Численность деревьев ели, экз./га Number of spruce trees, eq./ha	604	690	422
Средний диаметр стволов, см Average diameter of tree trunks, cm	26,8	23,7	24,0
Средняя высота, м Average height of trees, m	24,9	21,9	22,1
Средний возраст, лет Average age of trees, years	95	85	130
Класс бонитета Class productivity	I	I	II
Запас древесины, м^3/га Wood stock (volume), m^3/ha	344	297	272

Таблица 2
Table 2

Фитомасса ресурсных видов растений под пологом ельников
на объектах исследования, кг/га
Phytomass of resource plant species under the canopy of spruce forests
in the study sites, kg/ha

Название вида Plant species	Объект 1 Subject 1	Объект 2 Subject 2	Объект 3 Subject 3
Брусника *Vaccinium vitis idea* L.	57,1	77,4	79,0
Вейник лесной *Calamagrostis epigejos* L.	29,7	48,3	80,8
Вербейник обыкновенный *Lysimachia vulgaris* L.	–	–	7,0
Вереск обык. *Calluna vulgaris* (L.) Hull.	6,8	2,1	–
Вероника дубравная *Veronica officinalis* L.	13,4	27,0	35,9
Ветренница дубравная *Anemone nemorosa* L.	57,4	17,1	23,8
Голокучник обыкновенный *Gymnocarpium dryopteris* L.	81,9	69,7	92,4

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 2
The end of the table 2

Название вида Plant species	Объект 1 Subject 1	Объект 2 Subject 2	Объект 3 Subject 3
Дудник лесной *Angelica sylvestris* L.	–	12,2	20,2
Звездчатка ланцетная *Stellaria holostea* L.	34,3	41,0	69,5
Зеленые мхи *Bryidae* Engl.	941,0	1448,2	289,7
Земляника *Fragaria vesca* L.	3,8	1,8	6,0
Золотарник обыкновенный *Solidágo virgáurea* L.	23,6	20,8	30,1
Иван-чай *Chamaenerion angustifolium* Scop.	9,0	7,7	17,3
Кислица обыкновенная *Oxalis acetosella* L.	56,6	66,0	81,2
Костяника каменистая *Rúbus saxátilis* L.	45,4	15,9	40,1
Кукушкин лен *Polytrichum commune* Hedw.	23,0	–	–
Купырь лесной *Anthriscus sylvestris* L.	–	7,1	–
Ландыш майский *Convallaria majalis* L.	66,2	49,0	71,2
Луговик извилистый *Avenella flexuosa* L.	35,3	31,8	42,4
Майник *Maianthemum bifolium* L.	12,4	9,1	9,7
Малина обыкновенная *Rubus idaeus* L.	88,1	42,0	13,1
Марьяник лесной *Melampyrum silvaticum* L.	17,8	11,0	25,2
Ожика волосистая *Luzula pilosa* (L.) Willd.	–	32,2	47,8
Подмаренник душистый *Galium odoratum* L.	5,3	0,8	8,8
Седмичник европейский *Trientalis europaea* L.	1,4	2,8	9,3
Хвощ лесной *Equisetum sylvaticum* L.	–	2,1	4,4
Черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L.	143,2	71,3	44,4
Чина весенняя *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.	12,1	4,7	20,7
Щитовник игольчатый *Dryopteris carthusiana* Vill.	92,8	161,7	111,0
Всего *Total*	1846,9	2290,8	1210,5

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 3
Table 3

Фитомасса в живом напочвенном покрове и запасы углерода, кг/га
Phytomass in living ground cover and carbon stocks, kg/ha

Виды растений Plant species	Объект 1 Subject 1		Объект 2 Subject 2		Объект 3 Subject 3	
	Ф | Ph	С | С	Ф | Ph	С | С	Ф | Ph	С | С
Сосудистые растения *Tall plants*	882,9	406,1	842,6	387,6	920,8	423,6
Зеленые мхи *Mosses*	941,0	432,9	1448,2	666,2	289,7	133,3
Кукушкин лен *Polytrichum commune*	23,0	10,6	–	–	–	–
Всего *Total*	1846,9	849,6	2290,8	1053,8	1210,5	556,9

Примечание. Ф – фитомасса, С – углерод.
Note. Ph – phytomass, C – carbon.

Судя по опубликованным данным, под пологом спелых ельников в зависимости от типа леса фитомасса живого напочвенного покрова варьирует в широких пределах – от 1,8 до 8,0 т/га (Алексеев, Бердси, 1994). Максимальные запасы накапливаются в лесных фитоценозах кисличного типа леса, что необходимо учитывать в долгосрочных программах лесовосстановления и лесоразведения. Это позволит увеличивать объемы депонируемого углерода.

Выводы

1. Высокопродуктивные ельники спелого возраста характеризуются многоярусностью фитоценозов. Кроме древостоя, здесь всегда представлены и другие компоненты леса – подрост, подлесок и живой напочвенный покров. Фитомасса травостоя во многом зависит от видового состава растений и таксационных характеристик древостоя.

2. В живом напочвенном покрове ельника кисличного типа леса накапливается от 1210,5 до 2290,8 кг/га органического вещества, или 556,9–1053,8 кг/га углерода.

3. Максимальные запасы углерода накапливаются именно в лесных фитоценозах кисличного типа леса.

Список источников

Алексеев В. А., *Бердси Р. А.* Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск, 1994. 170 с.

Байтурина Р. Р., *Султанова Р. Р.* Анализ запасов углерода в почвах на участках карбонового полигона Республики Башкортостан // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1. С. 9–16. DOI: 10.51318/FRET.2023.88.1.009

Грязькин А. В. Потенциальные запасы фитомассы в лесах Ленинградской области // Динамика запасов углерода в лесах Северо-Запада: экология, экономика и политика. СПб. : СПбГЛТА, 2003. С. 39–42.

Депонирование углерода основными лесообразующими древесными породами карбонового полигона Свердловской области / *В. В. Фомин*, *В. Е. Рогачев*, *Е. М. Агапитов* [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4. С. 28–36. DOI: 10.51318/FRET.2024.91.4.001

Запасы углерода в сосняках и ельниках Ленинградской области / *А. В. Грязькин*, *Н. В. Беляева*, *И. А. Кази* [и др.] // The scientific heritage. 2021. Vol. 2, № 64. С. 3–6. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-64-2-3-6

Кобак К. И., *Трейфельд Р. Ф.*, *Грязькин А. В.* Динамика запасов углерода в живой биомассе лесов Ленинградской области // Динамика запасов углерода в лесах Северо-Запада: экология, экономика и политика. СПб. : СПбГЛТА, 2003. С. 21–38.

Электронный архив УГЛТУ

Пат. 2084129 Российская Федерация, МКИ С6 А01 G 23/00. Способ учета подроста : № 94022328/13 : заявл. 10.06.1994 : опубл. 20.07.1997 / *Грязькин А. В.*

Роль подлеска в формировании углеродного баланса в ельниках / *М. И. Мунтяну*, *Д. Комауэ*, *Л. К. Волдаев* [и др.] // Ресурсы и технологии: интеграция науки и бизнеса : матер. I Междунар. инж. форума. Петрозаводск : Петропресс, 2024. С. 165–169.

Смирнов А. П., *Грязькин А. В.* Баланс органического вещества и режим CO_2 в таежных экосистемах. СПб. : СПбГЛТА, 2000. 200 с.

Титлянова А. А. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Новосибирск : Наука, 1988. С. 109–128.

Углеродный бюджет степных экосистем России / *И. Н. Курганова*, *В. О. Лопес де Гереню*, *А. Т. Жиенгалиев*, *В. Н. Кудеяров* // Доклады академии наук. 2019. Т. 485, № 6. С. 732–735.

Carbon and nitrogen pools in old-growth, Norway spruce mixed forest in eastern Finland and changes associated with clear-cutting / *L. Finer*, *H. Mannerkoski*, *S. Piirainen*, *M. Starr* // Forest Ecology and Management. 2002. № 5880. P. 1–14.

Cerny M. Biomass of *Pisea abies* (L.) Karst. in Midwestern Bohemia // Scand. J. For. Res. 1990. Vol. 5. P. 83–95.

Havas P., *Kubin E.* Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland // Ann. Bot. Fennici. 1983. Vol. 20. P. 115–149.

Krankina O. N., *Harmon M. E.*, *Griaskin A. V.* Nutrient stores and dynamics of woody detritus in a boreal forest : Northwestern Russia // Can. J. For. Res. 1999. 29. P. 20–32.

Palumets J. K. Analysis of phytomass partitioning in Norway spruce. VIII Scr. Botanica. Tatru : Univ. Press, 1991. 95 p.

References

Alekseev V. A., *Birdsey R. A.* Carbon in ecosystems of forests and bogs of Russia. Krasnoyarsk, 1994. 170 p.

Baiturina R. R., *Sultanova R. R.* Analysis of carbon stocks in soils at the sites of carbon polygon of the Republic of Bashkortostan // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1. P. 9–16. DOI: 10.51318/FRET.2023.88.1.009 (In Russ.)

Carbon and nitrogen pools in old-growth, Norway spruce mixed forest in eastern Finland and changes associated with clear-cutting / *L. Finer*, *H. Mannerkoski*, *S. Piirainen*, *M. Starr* // Forest Ecology and Management. 2002. № 5880. P. 1–14.

Carbon budget of steppe ecosystems of Russia / *I. N. Kurganova*, *V. O. Lopez de Guerenu*, *A. T. Zhiengaliev*, *V. N. Kudeyarov* // Reports of the Academy of Sciences. 2019. Vol. 485, № 6. P. 732–735. (In Russ.)

Carbon deposition by the main forest-forming tree species of the Carboniferous polygon of the Sverdlovsk region / *V. V. Fomin*, *V. E. Rogachev*, *E. M. Agapitov* [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 4. P. 28–36. DOI: 10.51318/FRET.2024.91.4.001 (In Russ.)

Carbon stocks in pine and spruce forests of the Leningrad region / *A. V. Gryazkin*, *N. V. Belyaeva*, *I. A. Kazi* [et al.] // The scientific heritage. 2021. Vol 2, № 64. P. 3–6. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-64-2-3-6 (In Russ.)

Gryazkin A. V. Potential stocks of phytomass in the forests of the Leningrad region // Dynamics of carbon stocks in the forests of the North-West: ecology, economics and policy. Saint Petersburg : SPbFTA, 2003. P. 39–42. (In Russ.)

Havas P., *Kubin E.* Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland // Ann. Bot. Fennici. 1983. Vol. 20. P. 115–149.

Kobak K. I., *Treifeld R. F.*, *Gryazkin A. V.* Dynamics of carbon stocks in living biomass of forests of the Leningrad region // Dynamics of carbon stocks in forests of the North-West: ecology, economics and policy. Saint Petersburg : SPbFTA, 2003. P. 21–38. (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Krankina O. N., *Harmon M. E.*, *Griaskin A. V.* Nutrient stores and dynamics of woody detritus in a boreal forest : Northwestern Russia // Can. J. For. Res. 1999. 29. P. 20–32.

Palumets J. K. Analysis of phytomass partitioning in Norway spruce. VIII Scr. Botanica. Tatru : Univ. Press, 1991. 95 p.

Pat. 2084129 Russian Federation, MKI C6 A01 G 23/00. Method for accounting of young generation of pine : № 94022328/13 : 10.06.1994 ; Published 20.07.1997 / *Gryazkin A. V.*

Role of undergrowth in the formation of carbon balance in spruce forests / *M. I. Munteanu*, *D. Comaue*, *L. K. Voldaev* [et al.] // Resources and technologies: integration of science and business / Proceedings of the I International Engineering Forum. Petrozavodsk : Petropress Publishing House, 2024. P. 165–169. (In Russ.)

Smirnov A. P., *Gryazkin A. V.* Organic matter balance and CO_2 regime in taiga ecosystems. Saint Petersburg : SPbFTA, 2000. 200 p.

Titlyanova A. A. Biological productivity of grass ecosystems. Novosibirsk : Nauka, 1988. P. 109–128. (In Russ.)

Cerny M. Biomass of *Pisea abies* (L.) Karst. in Midwestern Bohemia // Scand. J. For. Res. 1990. Vol. 5. P. 83–95.

Информация об авторах

Марианна Ивановна Мунтяну – аспирант,
muntianu.marianna@gmail.com
Анатолий Васильевич Грязькин – доктор биологических наук, профессор,
lesovod@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-7901-2180
Наталья Валерьевна Беляева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
galbel06@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8673-2824
Минь Ань Хоанг – аспирант,
minhanh_hoang@outlook.com, https://orcid.org/0000-0003-3025-803X
Леонид Константинович Волдаев – магистрант,
voldaev01@list.ru, https://orcid.org/0009-0005-9196-4191
Джонас Комауэ – магистрант,
jkomahoue@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-3047-4250

Information about the authors

Marianna I. Munteanu – graduate student,
muntianu.marianna@gmail.com
Anatoly V. Gryazkin – Doctor of biological Sciences, Professor;
lesovod@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-7901-2180
Natalia V. Belyaeva – Doctor of agricultural Sciences, Professor;
galbel06@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8673-2824
Minh A. Hoang – graduate student,
minhanh_hoang@outlook.com, https://orcid.org/0000-0003-3025-803X
Leonid K. Voldaev – master's student,
voldaev01@list.ru, https://orcid.org/0009-0005-9196-4191
Jonas Komaue – master's student,
jkomahoue@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-3047-4250

Статья поступила в редакцию 14.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 14.04.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 87–99.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 87–99.

Научная статья
УДК 712.2
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.010

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАРКА ПОБЕДЫ ГОРОДА КОЛОГРИВА (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Александр Вячеславович Лебедев

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия
Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М. Г. Синицына, Кологрив, Россия
alebedev@rgau-msha.ru, https://orcid.org/0000-0002-8939-942X

Аннотация. В последние годы в Костромской области особое внимание уделяется развитию общественных пространств малых городов. Но для малых городов области продолжают оставаться слабоизученными вопросы, связанные с выявлением особенностей планировки и структуры растительных сообществ рекреационных объектов, что необходимо для проектирования локальных ландшафтов, отражающих специфику региона. Цель исследования – анализ истории территории и оценка современного состояния Парка Победы города Кологрива (Костромская область). Парк Победы расположен в юго-восточной части города и занимает площадь около 2,5 га. В разные исторические этапы на территории были сельскохозяйственные угодья (конец XVIII – начало XIX вв.), кладбище (до 1930-х годов), городской парк (советский период), мемориальный парк (настоящее время). В течение вегетационного периода 2024 г. выполнено натурное обследование насаждений Парка Победы с определением ключевых признаков для отдельных компонентов. Проведенное исследование показывает, что перестойный сосновый древостой Парка Победы находится в целом в хорошем состоянии с некоторыми признаками ослабления, что требует проведения санитарно-оздоровительных мероприятий по удалению ослабленных и сухостойных деревьев. Густой подлесок на большей части территории препятствует естественному возобновлению сосны, являющейся коренной породой. Ее подрост практически отсутствует и имеет куртинное размещение. Высокое обилие в травянистом ярусе рудеральных и луговых видов указывает на антропогенное нарушение фитоценоза. Создание комфортной для посетителей объемно-пространственной композиции и удобного общественного пространства Парка Победы возможно с применением лесоводственных методов и технических мероприятий на инженерных конструкциях.

Ключевые слова: мемориальный парк, состояние паркового насаждения, исторический ландшафт, озеленение территории, благоустройство

Для цитирования: Лебедев А. В. История и современное состояние Парка Победы города Кологрива (Костромская область) // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 87–99.

© Лебедев А. В., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

HISTORY AND CURRENT STATE OF THE VICTORY PARK OF THE TOWN OF KOLOGRIV (THE KOSTROMA REGION)

Aleksandr V. Lebedev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia
Kologrivsky Forest Nature Reserve, Kologriv, Russia
alebedev@rgau-msha.ru, https://orcid.org/0000-0002-8939-942X

Abstract. In recent years, special attention has been paid to the development of public spaces in small towns in the Kostroma region. However, for small towns in the region, issues related to identifying the features of the layout and structure of plant communities of recreational facilities remain poorly understood, which is necessary for designing local landscapes that reflect the specifics of the region. The purpose of the research is to analyze the history of the territory and assess the current state of the Victory Park of the town of Kologriv (the Kostroma region). The Victory Park is located in the southeastern part of the town and covers an area of about 2,5 hectares. At different historical stages, the territory included agricultural land (the end of the XVIII – beginning of the XIX centuries), a cemetery (until the 1930s), a town park (Soviet period), and a memorial park (present). During the vegetation period of 2024, on-site investigation of the Victory Park plantations was carried out with the definition of key features for individual components. The conducted research shows that the overmature pine stand of the Victory Park is generally in good condition with some signs of weakening, which requires sanitary and health measures to remove weakened and dead trees. Dense undergrowth on most of the territory prevents natural regeneration of pine, which is a native species. Its undergrowth is practically absent and has a curtain placement. The high abundance of ruderal and meadow species in the herbaceous layer indicates anthropogenic disturbance of the phytocenosis. Creation of a comfortable volumetric-spatial composition for visitors and a convenient public space of the Victory Park is possible with the use of forestry methods and technical measures on engineering structures.

Keywords: memorial park, condition of park plantations, historical landscape, landscaping, improvement

For citation: Lebedev A. V. History and current state of the Victory Park of the town of Kologriv (the Kostroma region) // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 87–99.

Введение

Города относятся к урбанизированным экосистемам, где, помимо природной среды, большую роль играют антропогенная и техногенная составляющие. Отечественными специалистами особое внимание уделяется изучению крупных городов, в которых часто наблюдается напряженная экологическая ситуация (Макаренко, Жучков, 2022; Макаренко и др., 2022). В последние годы возрастает роль исследований, направленных на решение проблем малых городов, в частности их развития и функционирования (Большова, Бухарина, 2012).

Малые города играют важную роль локальных центров сельских территорий. Для устранения социально-экономического разрыва между малыми и большими городами в России в последние годы проводится много работ, направленных на благоустройство общественных пространств в первых из них (Шаравина, 2022). Несмотря на это, парки в малых городах часто продолжают оставаться заброшенными или в непригодном для использования состоянии (Маслова, Купряшина, 2018). Развитие малых городов невозможно без актуальных сведений о состоянии зеленых насаждений,

Электронный архив УГЛТУ

социально-экономических факторах, физико-географических условиях (Зібцева, Сіленко, 2016; Зібцева и др., 2018). При благоустройстве территорий и их ландшафтной организации требуется рассматривать вопросы, связанные с сохранением исторической планировки, архитектурного облика, условий для организации отдыха населения и туристов (Садиева, Мирзоева, 2023; Хамитова и др., 2024).

Историческое, культурное и природное наследие Костромской области является неотъемлемой частью общероссийского и мирового достояния, что подтверждает, например, включение в 2020 г. заповедника «Кологривский лес» в сеть биосферных резерватов, организованных в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (О новом биосферном резервате…, 2021). В последние годы в регионе особое внимание уделяется развитию общественных пространств малых городов. Стоит отметить благоустройство в рамках федеральных программ парка «Ткацкий двор» в Нерехте, парка «Стрелка» в Буе, разработку и реализацию проекта центрального сквера в Кологриве «Сказки заповедного леса». В то же время для малых городов области продолжают оставаться слабоизученными вопросы, связанные с выявлением особенностей планировки и структуры растительных сообществ рекреационных объектов, что необходимо для проектирования локальных ландшафтов, отражающих специфику региона (Аткина и др., 2022).

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель исследования – анализ истории территории и оценка современного состояния Парка Победы города Кологрива (Костромская область).

Парк Победы расположен в юго-восточной части города Кологрива Костромской области (координаты: 58.820035, 44.319868) и занимает площадь около 2,5 га. По регулярному плану застройки города, дарованного в 1781 г. Екатериной II, территория располагалась на его окраине. Наиболее вероятно, что на этом месте находились сельскохозяйственные угодья, использовавшиеся крестьянами села Кичино. В первой половине XIX в. здесь было организовано приходское кладбище, а к началу 1830-х годов сформировался сосновый молодняк.

В 1840 г. на городском кладбище по типовому проекту возведена каменная церковь Всех Святых на средства помещицы А. Н. Шулепниковой (Государственный архив Костромской области, фонд 130, опись 13, дело 12, лист 3об-4; опись 9, дело 1868, лист 2об-3; Российский государственный исторический архив, фонд 1488, опись 2, дело 295). Основной объем храма представлял односветный четверик с куполообразной кровлей, увенчанной главкой на граненом барабане. Трапезная соединяла храм с двухъярусной колокольней (рис. 1, *a*). Одновременно с храмом кладбище было обнесено кирпичной оградой с железными решетками. Во второй половине XIX в. деревянные ворота были заменены на каменные, очертания которых отдельно напоминают аналогичные постройки эпохи барокко (Памятники архитектуры…, 2003). В центре ворот – высокий арочный проезд, по сторонам от него расположены калитки. С обеих сторон устроены сторожки, к которым примыкала ограда. Одновременно с этим от ворот к церкви заложена двухрядная березовая аллея, заканчивающаяся раструбом.

В 1930-е годы кладбище было закрыто, церковь и ограда разобраны, памятники и кресты сняты и свалены в кучу. Несколько позже были уничтожены одни из последних мемориальных объектов – немецкое кладбище, располагавшееся в юго-восточной части. В предвоенные годы активно велись работы по превращению территории в парк общественного пользования. Во второй половине XX в. в парке действовали танцплощадка, летняя эстрада, аттракционы для детей (рис. 1, *b*). Из малых архитектурных форм были установлены лавочки, урны для мусора. Таким образом, территория превратилась в рекреационную зону. В 1960-е годы из парка захоронение известного художника Г. А. Ладыженского было перенесено к стенам краеведческого музея. В 25-ю годовщину победы советского народа над немецко-фашистскими захватчиками (1970 г.) состоялось открытие памятника воинам-кологривчанам, погибшим в годы Великой Отечественной войны (рис. 1, *c*) на месте ранее разрушенной церкви.

После 1990-х гг. территория стала приходить в запустение, нередки были случаи вандализма.

Электронный архив УГЛТУ

a *b* *c*

Рис. 1. Исторические фотографии территории современного Парка Победы
(из фондов Кологривского краеведческого музея им. Г. А. Ладыженского):
a – Церковь Всех Святых на городском кладбище (начало XX в.); *b* – празднование дня молодежи
в городском парке (1957 г.); *c* – открытие памятника воинам-кологривчанам, погибшим
в годы Великой Отечественной войны (1970 г.)
Fig. 1. Historical photographs of the territory of the Victory Park
(from the collections of the Kologriv Ladyzhensky Local History Museum):
a – Church of All Saints at the town cemetery (the beginning of the XX century);
b – celebration of Youth Day in the town park (1957); *c* – unveiling of a monument
to the Kologriv soldiers who died during the Great Patriotic War (1970)

Объекты для отдыха и культурно-массовых мероприятий разрушались и впоследствии были разобраны. В 2000-е годы состоялось открытие мемориала памяти жертвам политических репрессий. В мае 2021 г. древостой сильно пострадал от ураганного ветра, порывы которого достигали 30 м/с (Лебедев, Чистяков, 2021). В 2023 г. в рамках федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда» выполнены работы по реконструкции парка: обновлено подножие памятника, уложена брусчатка на основных дорожках, установлены новая стела с именами участников войны и с фасадной стороны металлическое ограждение с аркой.

В течение вегетационного периода 2024 г. выполнено натурное обследование насаждений Парка Победы. Измерение диаметров деревьев проводилось с применением приложения Arboreal Forest (Howie, De Stefano, 2024; Лебедев, 2023) в режиме

Электронный архив УГЛТУ

пробной площади произвольной конфигурации. Высоты измерялись у 20–25 деревьев в диапазоне ступеней толщины с использованием высотомера Haglof Vertex IV. Для уточнения возраста деревьев проводился отбор кернов на высоте 1,3 м (возрастной бурав Haglof для хвойных пород). Обработка результатов измерений (группировка по ступеням толщины, вычисление средних диаметра и высоты, суммы площадей сечений и запаса, полноты) выполнялась с использованием принятых в лесной таксации методов (Раупова, Данилов, 2022; Лежнев, Лебедев, 2023; Дубенок и др., 2024; Корчагин и др., 2024). Категория санитарного состояния деревьев определялась в соответствии с общепринятой шкалой (Анисимова и др., 2021; Прогноз состояния…, 2023): 1 – здоровые (без признаков ослабления), 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – погибшие. Формула состава древостоя составлялась исходя из соотношения запасов, а подроста – из соотношения числа деревьев. Для подроста визуально давалась оценка среднего возраста и высоты, определялся характер размещения на территории. Для подлеска выявлялся породный состав и густота. При описании травяно-кустарничкового яруса фиксировался видовой состав и обилие по классификации Браун-Бланке (Лебедев и др., 2025).

Результаты и их обсуждение

Характеристика отдельных компонентов паркового насаждения (древостой, подрост и подлесок) приведена в таблице. Древостой сформирован главным образом сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) возраста 170–190 лет с незначительным участием ели обыкновенной (*Picea abies*), березы повислой (*Betula pendula*) и липы сердцевидной (*Tilia cordata*). Запас древесины составляет 340 м^3/га. Подрост имеет куртинное расположение, численность менее 1000 шт. на 1 га, в основном встречается в западной части парка. Молодое поколение представлено сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*), единично встречаются ель обыкновенная (*Picea abies*), береза повислая (*Betula pendula*), дуб черешчатый (*Quercus robur*) и липа сердцевидная (*Tilia cordata*). Подлесок густой, что практически на всей территории затрудняет естественное возобновление сосны, являющейся коренной породой. Доминируют такие виды, как спирея дубравколистная (*Spiraea chamaedryfolia*), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia*), бузина красная (*Sambucus racemosa*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*).

Распределение деревьев по ступеням толщины по форме приближается к нормальному (рис. 2, *a*) с некоторым смещением вершины относительно центра ряда в ступень 44 см. Для сосны размах варьирования диаметров составляет 24–84 см, для березы – 24–72 см. Визуальный анализ показывает, что в ступенях толщины больше 48 см число стволов меньше ожидаемого, что связано со значительным отпадом и уборкой аварийных деревьев после воздействия ураганного ветра в мае 2021 г. Преобладающее количество деревьев относится к здоровым (72 %), а сильно ослабленные, усыхающие и сухостой составляют 14 % (рис. 2, *b*). Средневзвешенная категория санитарного состояния древостоя – 1,53, таким образом, насаждение можно считать имеющим признаки ослабления, что требует проведения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Усредненные по десятилетиям результаты измерения радиального прироста на высоте 1,3 м для модельных деревьев сосны показаны на рис. 3. Для всех из них характерна общая тенденция его снижения с увеличением возраста. Например, в первое десятилетие средний прирост составлял 4,9–5,8 мм/год, а в десятое снизился до 0,3–0,6 мм/год. В последние десятилетия прирост находится в диапазоне от 0,3 до 0,7 мм/год. Факторами, способствующими некоторому его повышению, могут являться: снижение уровня рекреационного воздействия; увеличение расстояния между деревьями в результате отпада крупномерных экземпляров; изменение теплового режима и обеспеченности влагой на фоне трансформации климата.

На антропогенное нарушение фитоценоза указывает высокое обилие в травянистом ярусе рудеральных видов: чертополоха курчавого (*Carduus crispus*), крапивы двудомной (*Urtica dioica*), чистотела большого (*Chelidonium majus*), пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus*),

Электронный архив УГЛТУ

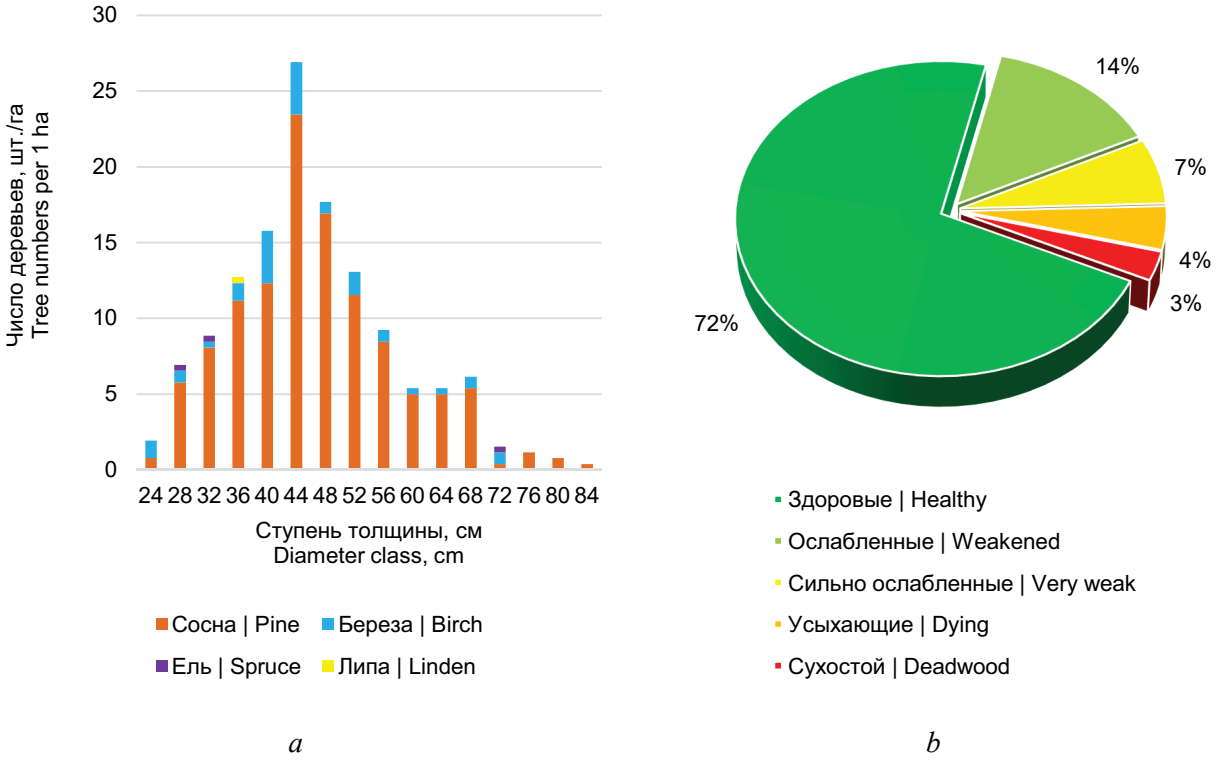
полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris*), лопуха паутинистого (*Arctium tomentosum*), подорожника большого (*Plantago major*), мелколепестника канадского (*Erigeron canadensis*) и др. На открытых и полуоткрытых участках заметно доминируют луговые виды: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), тимофеевка луговая (Phleum pratense), костер безостый (*Bromus inermis*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), герань луговая (*Geranium pratense*). Из лесных видов встречаются щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana*), земляника лесная (Fragaria vesca), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), ортилия однобокая (*Orthilia secunda*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), костяника (*Rubus saxatilis*).

Характеристика древостоя, подроста и подлеска фитоценоза Парка Победы
Characteristics of the forest stand, young trees and undergrowth of the phytocenosis of theVictory Park

Показатель Indicator	Характеристика Characteristic
Древостой Forest stand	
Формула состава Composition formula	10С+Е+Б+ЛП
Возраст, лет Age, years	170–190
Средняя высота, м Mean height, m	30,5
Средний диаметр, см Mean diameter, cm	46,8
Сумма площадей сечений, $м^2$/га Sum of Basal areas, m^2/ha	25,1
Полнота, ед. Density of tree stand, units	0,54
Запас, $м^3$/га Stand volume, m^3/ha	340
Подрост Young trees	
Состав Composition formula	10С+Е+Б+Д+ЛП
Возраст, лет Age, years	20
Средняя высота, м Mean height, m	3,0
Густота Tree numbers	Практически отсутствует (до 1000 шт. на 1 га) Virtually absent (up to 1000 trees per 1 ha)
Размещение Placement	Куртинное Curtain
Подлесок Undergrowth	
Состав Composition formula	Рябина, черемуха, спирея, рябинник, малина, бузина, карагана, калина, смородина, ирга, яблоня, боярышник, крыжовник Rowan, bird cherry, spirea, mountain ash, raspberry, elderberry, caragana, viburnum, currant, shadbush, apple tree, hawthorn, gooseberry
Густота Tree and shrub numbers	Высокая (более 5000 шт. на 1 га) High (more than 5000 trees and shrubs per 1 ha)

Примечание. С – сосна, Е – ель, Б – береза, ЛП – липа, Д – дуб, + – доля участия породы менее 5 %.
Note. С – pine, Е – spruce, Б – birch, ЛП – linden, Д – oak, + – the species share is less than 5 %.

Электронный архив УГЛТУ



a *b*

Рис. 2. Распределение деревьев:
a – по ступеням толщины; *b* – по категориям санитарного состояния
Fig. 2. Distribution of trees:
a – by diameter class; *b* – by sanitary condition categories

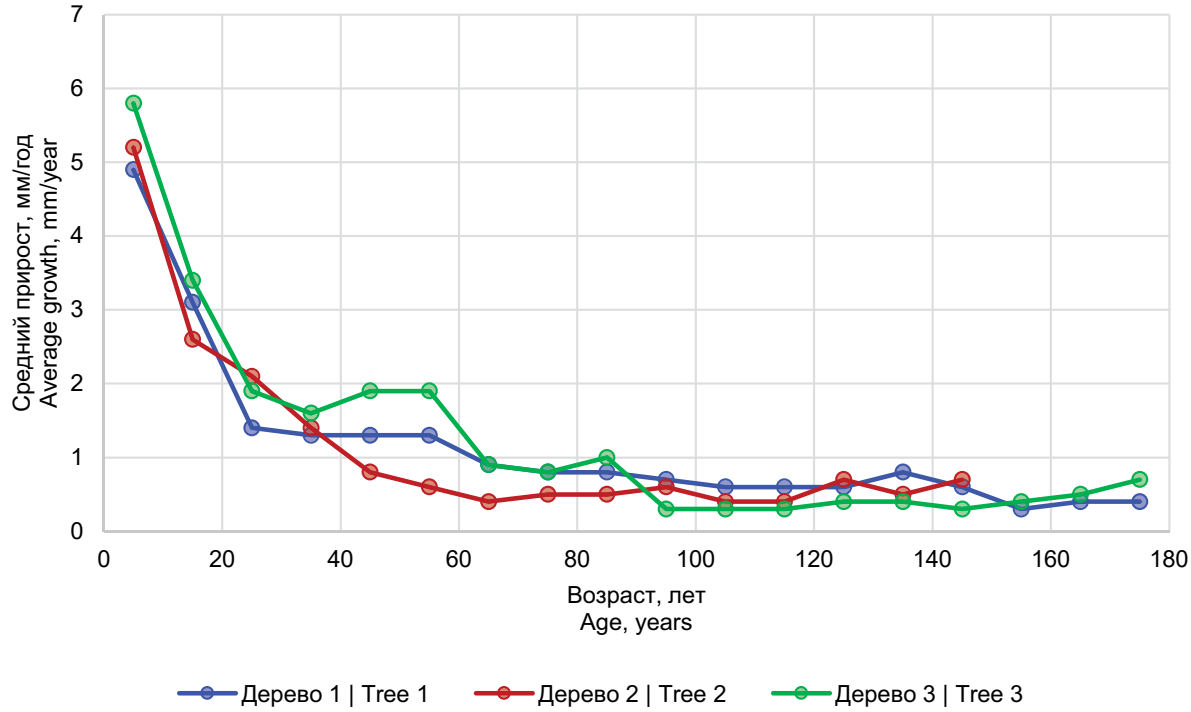


Рис. 3. Усредненные по десятилетиям значения радиального прироста деревьев сосны из центральных ступеней толщины
Fig. 3. Averaged over decades values of radial growth of pine trees from central diameter classes

Электронный архив УГЛТУ

Из видов, использовавшихся ранее для цветочного оформления парка, выявлены водосбор обыкновенный (*Aquilegia vulgaris*), мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis*), календула лекарственная (*Calendula officinalis*), гвоздика бородатая (*Dianthus barbatus*).

План Парка Победы показан на рис. 4, а современное состояние территории – на рис. 5. Сохранившиеся каменные входные ворота относятся к охраняемым памятникам истории и культуры регионального значения. Несмотря на это, происходит процесс их разрушения, что в перспективе приведет к физической утрате исторического объекта. Вековая березовая аллея, идущая от ворот к памятнику погибшим воинам, находится в состоянии практически полного распада. Проведенная реконструкция парка в 2023 г. затронула лишь его небольшую часть, и, например, в обновлении нуждается мемориал памяти жертвам политических репрессий, находящийся в полуразрушенном состоянии.

Принципиальные подходы к озеленению и реконструкции зеленых насаждений на примере исторических городов, бывших дворянских усадеб Костромской области подробно обсуждаются в работах В. А. Леоновой (2019), А. В. Лебедева (2024) и др. Создание комфортной для посетителей объемно-пространственной композиции и удобного общественного пространства Парка Победы возможно с применением лесоводственных методов и технических мероприятий на инженерных конструкциях. К первым из них будут относиться уборка сильно ослабленных, усыхающих и сухостойных деревьев, разреживание или полная вырубка подлеска, содействие естественному возобновлению сосны, посадка молодых деревьев березы на распадающейся аллее. Вторая группа мероприятий может включать обустройство освещения и видеонаблюдения, установку ограждения по всему периметру парка и функциональных малых архитектурных форм.

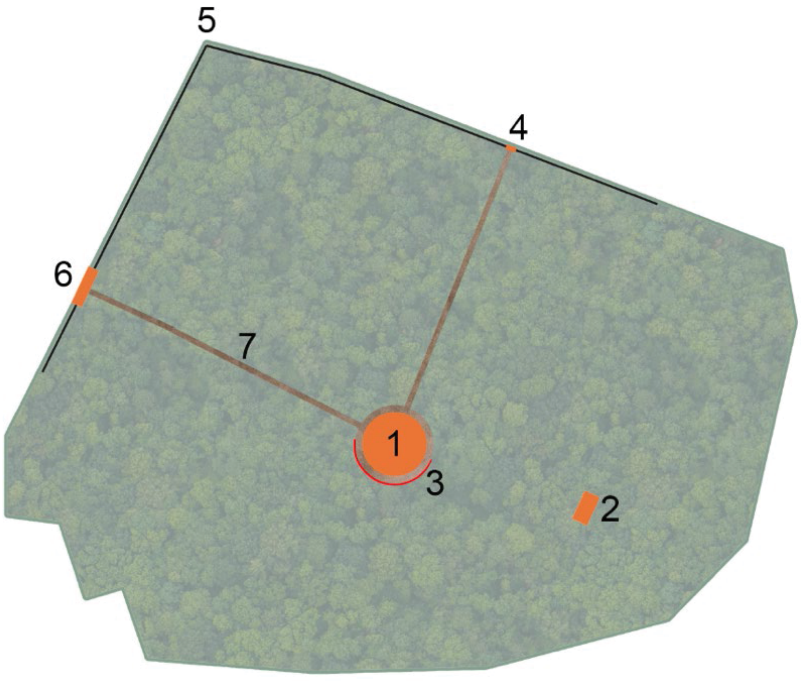


Рис. 4. Расположение основных объектов в парке:
1 – памятник павшим воинам, *2* – мемориал жертвам политических репрессий,
3 – стела с именами участков войны, *4* – входная арка, *5* – металлическое ограждение (черная линия),
6 – входные ворота бывшего кладбища, *7* – мощение
Fig. 4. The location of the main objects in the park:
1 – a monument to fallen soldiers, *2* –a memorial to victims of political repression,
3 – a stele with the names of soldiers, *4* – a entrance arch, *5* – a metal fence (black line),
6 – entrance gates of the former cemetery, *7* – pavers

Электронный архив УГЛТУ

a

b

c

d

Рис. 5. Современное состояние территории:
a – ворота бывшего кладбища (2021 г.); *b* – березовая аллея от ворот к памятнику погибшим воинам (2022 г.); *c* – реконструкция Парка Победы (2023 г.);
d – мемориал памяти жертвам политических репрессий (2023 г.)
Fig. 5. Current state of the territory:
a – gates of the former cemetery (2021); *b* – a birch alley from the gates to the monument to fallen soldiers (2022); *c* – reconstruction of Victory Park (2023);
d – a memorial to the victims of political repression (2023)

Выводы

Проведенное исследование показывает, что перестойный сосновый древостой Парка Победы находится в целом в хорошем состоянии с некоторыми признаками ослабления, что требует проведения санитарно-оздоровительных мероприятий по удалению ослабленных и сухостойных деревьев. Густой подлесок на большей части территории препятствует естественному возобновлению сосны, являющейся коренной породой. Ее подрост практически отсутствует и имеет куртинное размещение. Высокое обилие в травянистом ярусе рудеральных и луговых видов указывает на антропогенное нарушение фитоценоза. Создание комфортной для посетителей объемно-пространственной композиции и удобного общественного пространства Парка Победы возможно с применением лесоводственных методов и технических мероприятий на инженерных конструкциях.

Электронный архив УГЛТУ

Список источников

Анисимова М. А., *Медведкова Е. А.*, *Мухаметова С. В.* Оценка состояния насаждений СОШ № 19 города Йошкар-Олы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2021. № 4 (22). С. 50–56. DOI: 10.24888/2541-7835-2021-22-50-56

Аткина Л. И., *Абрамова Л. П.*, *Булатова Л. В.* Природные элементы в структуре городских парков города Екатеринбурга // Успехи современного естествознания. 2022. № 10. С. 13–19. DOI: 10.17513/use.37901

Болышова О. Г., *Бухарина И. Л.* Проблемы и перспективы озеленения малых городов Липецкой области // Аграрный вестник Урала. 2012. № 9 (101). С. 59–62.

Дубенок Н. Н., *Лебедев А. В.*, *Чистяков С. А.* Возрастные изменения березовых древостоев на постоянных пробных площадях заповедника «Кологривский лес» // Тимирязевский биологический журнал. 2024. № 1. С. 6–21. DOI: 10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21

Корчагин И. Е. Залесов С. В., *Осипенко Р. А.* Динамика таксационных показателей искусственных сосновых древостоев на рекультивированном золоотвале // Природообустройство. 2024. № 3. С. 106–111. DOI: 10.26897/1997-6011-2024-3-106-111

Лебедев А. В. Инвентаризация древесных насаждений урбанизированных территорий с использованием смартфона // Лесотехнический журнал. 2023. Т. 13, № 3 (51). С. 56–70. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.3/5

Лебедев А. В. Чистяков С. А. Оценка последствий ветровала 2021 года на территории биосферного резервата «Кологривский лес» // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы : матер. II Всерос. (с междунар. участием) конф., приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 года. Кологрив : Гос. природ. заповедник «Кологривский лес», 2021. С. 71–77.

Лебедев А. В., *Криницын И. Г.*, *Гостев В. В.* Флора заповедника «Кологривский лес». Кологрив : Гос. природ. заповедник «Кологривский лес», 2025. 224 с.

Лебедев А. В. Ассортимент и устойчивость древесных растений в системе озеленения дворянских усадеб биосферного резервата «Кологривский лес» // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2024. Т. 28, № 4. С. 91–102. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-91-102

Лежнев Д. В., *Лебедев А. В.* Динамика и устойчивость сосновых древостоев в урбоэкосистемах лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 245. С. 93–111. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.245.93-111

Леонова В. А. Древесные растения в озеленении исторических центров малых городов Костромской области (ассортимент, структура, типы насаждений) // Бюллетень Главного ботанического сада. 2019. № 3 (205). С. 30–35. DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2019.884

Макаренко В. П. Фетисов Д. М., *Жучков Д. В.* Изучение растительного покрова малых и средних городов России: современное состояние // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 1. С. 3–15. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-1-3-15

Макаренко В. П., *Жучков Д. В.* Современные проблемы озеленения малых и средних городов России // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2022. № 1 (46). С. 62–78. DOI: 10.24412/2227-1384-2022-146-62-78

Маслова Л. А., *Купряшина Д. С.* Заброшенные городские парки – социально-экономическая проблема малых городов России // Финансовая экономика. 2018. № 6. С. 86–89.

О новом биосферном резервате «Кологривский лес» / *М. В. Сиротина*, *Л. В. Мурадова*, *П. В. Чернявин* [и др.] // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы : матер. II Всерос. (с международным участием) конф.,

Электронный архив УГЛТУ

приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 года. Кологрив : Гос. природ. заповедник «Кологривский лес», 2021. С. 8–13.

Памятники архитектуры Костромской области : каталог. Вып. V: Кологривский район. Межевской район. Нейский район. Мантуровский район / *В. М. Рудченко*, *Г. К. Смирнов*, *П. Н. Шармин*, *Е. Г. Щеболева.* Кострома, 2003. 280 с.

Прогноз состояния защитных насаждений юга Сибири / *А. А. Вайс*, *Г. С. Вараксин*, *Н. В. Козлов*, *К. К. Репях* // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 3 (129). DOI: 10.23670/IRJ.2023.129.73

Раупова Д. Э., *Данилов Д. А.* Таксационная структура и плотность древесины сосны и ели в смешанных искусственных насаждениях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. № 240. С. 25–46. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.25-46

Садиева Г. Ф. Мирзоева Ф. З. Развитие и формирование зеленых насаждений на территории малых городов Республики Таджикистан // Политехнический вестник. Сер.: Инженерные исследования. 2023. № 2 (62). С. 186–194.

Хамитова С. М., *Хамитов Р. С.*, *Федченко Е. И.* Озеленение как фактор устойчивого экологического равновесия урбоэкосистемы // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2024. Т. 27. С. 131–135.

Шаравина К. О. Парки культуры и отдыха как центры социального пространства в малых городах Свердловской области // ЭГО : Экономика. Государство. Общество. 2022. № 4 (49). URL: https://www.elibrary.ru (дата обращения: 01.03.2025).

Зібцева О. В., *Кучерина В. В.*, *Христюк П. П.* Система озеленення малого історичного міста Новгород-Сіверський // Лісове і садово-паркове господарство. 2018. № 14. С. 1.

Зібцева О. В. Сіленко Т. С. Планувальна структура і система озеленення М. Кагарлик Київської області // Лісове і садово-паркове господарство. 2016. № 10. С. 4.

Howie N. A., *De Stefano A.* Measuring Tree Diameter Using LiDAR Equipped iPad: An Evaluation of ForestScanner and Arboreal Forest Applications // Forest Science. 2024. Vol. 70, Is. 4. P. 304–310. DOI: 10.1093/forsci/fxae017

References

About the new biosphere reserve “Kologrivsky forest” / *M. V. Sirotina*, *L. V. Muradova*, *P. V. Chernyavin* [et al.] // Contribution of specially protected natural territories to the ecological sustainability of regions: Current state and prospects : materials II All-Russian (with international participation) conference dedicated to the 15th anniversary of the creation of the Kologrivsky Forest Reserve, Kologriv, October 28–29, 2021. Kologriv : State Nature Reserve “Kologrivsky forest”, 2021. P. 8–13. (In Russ.)

Anisimova M. A., *Medvedkova E. A.*, *Mukhametova S. V.* Assessment of the state of plantings of secondary school № 19 in Yoshkar-Ola // Agroindustrial technologies of Central Russia. 2021. № 4 (22). P. 50–56. DOI: 10.24888/2541-7835-2021-22-50-56 (In Russ.)

Architectural monuments of the Kostroma region : Catalog. Issue V: Kologrivsky district. Mezhevsky district. Ney district. Manturovsky district / *V. M. Rudchenko*, *G. K. Smirnov*, *P. N. Sharmin*, *E. G. Shcheboleva.* Kostroma, 2003. 280 p.

Atkina L. I., *Abramova L. P.*, *Bulatova L. V.* Natural elements in the structure of urban parks in Yekaterinburg // Successes of modern natural science. 2022. № 10. P. 13–19. DOI: 10.17513/use.37901 (In Russ.)

Bolyshova O. G., *Bukharina I. L.* Problems and prospects of landscaping small towns in the Lipetsk region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 9 (101). P. 59–62. (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Dubenok N. N., *Lebedev A. V.*, *Chistyakov S. A.* Age-related changes in birch stands in permanent test areas of the Kogariv Forest Reserve // Timiryazevsky Biological Journal. 2024. № 1. P. 6–21. DOI: 10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21 (In Russ.)

Forecast of the state of protective plantings in southern Siberia / *A. A. Weiss*, *G. S. Varaksin*, *N. V. Kozlov*, *K. K. Repyakh* // International Scientific Research Journal. 2023. № 3 (129). DOI: 10.23670/IRJ.2023.129.73 (In Russ.)

Howie N.A., *De Stefano A.* Measuring Tree Diameter Using LiDAR Equipped iPad : An Evaluation of Forest Scanner and Arboreal Forest Applications // Forest Science. 2024. Vol. 70, Is. 4. P. 304–310. DOI: 10.1093/forsci/fxae017

Khamitova S. M., *Khamitov R. S.*, *Fedchenko E. I.* Landscaping as a factor of sustainable ecological balance of the urban ecosystem // Fruit growing, seed production, introduction of woody plants. 2024. Vol. 27. P. 131–135. (In Russ.)

Korchagin I. E., *Zalesov S. V.*, *Osipenko R. A.* Dynamics of taxation indicators of artificial pine stands at a recultivated ash dump // Environmental management. 2024. № 3. P. 106–111. DOI: 10.26897/1997-6011-2024-3-106-111

Lebedev A. V. Assortment and sustainability of woody plants in the landscaping of noble estates of the Kologrivsky Forest biosphere Reserve // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. 2024. Vol. 28, № 4. P. 91–102. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-91-102 (In Russ.)

Lebedev A. V., *Chistyakov S. A.* Assessment of the effects of the 2021 winds on the territory of the Kologrivsky Forest biosphere Reserve // Contribution of specially protected natural territories to the ecological sustainability of regions: Current state and prospects : proceedings of the II All-Russian (with international participation) conference dedicated to the 15th anniversary of the creation of the Kologrivsky Forest Reserve", Kologriv, October 28-29, 2021-yes. Kologriv : State Nature Reserve "Kologrivsky forest", 2021. P. 71–77. (In Russ.)

Lebedev A. V. Inventory of tree stands in urbanized territories using a smartphone // Lesotechnicheskiy zhurnal. 2023. Vol. 13, № 3 (51). P. 56–70. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.3/5 (In Russ.)

Lebedev A. V., *Krinitsyn I. G.*, *Gostev V. V.* Flora of the reserve "Logrivsky forest". Kologriv : State Nature Reserve "Kologrivsky forest", 2025. 224 p.

Leonova V. A. Woody plants in the landscaping of historical centers of small towns of the Kostroma region (assortment, structure, types of plantings) // Bulletin of the Main Botanical Garden. 2019. № 3 (205). P. 30–35. DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2019.884 (In Russ.)

Lezhnev D. V., *Lebedev A. V.* Dynamics and stability of pine forests in urban ecosystems of the forest experimental cottage of the Russian State Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2023. № 245. P. 93–111. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.245.93-111 (In Russ.)

Makarenko V. P., *Fetisov D. M.*, *Zhuchkov D. V.* Study of vegetation cover of small and medium-sized cities of Russia: the current state // Regional problems. 2022. Vol. 25, № 1. P. 3–15. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-1-3-15 (In Russ.)

Makarenko V. P., *Zhuchkov D. V.* Modern problems of greening small and medium-sized cities of Russia // Bulletin of the Amur State University named after Sholom Aleichem. 2022. № 1 (46). P. 62–78. DOI: 10.24412/2227-1384-2022-146-62-78 (In Russ.)

Maslova L. A., *Kupryashina D. S.* Abandoned urban parks – a socio-economic problem of small towns in Russia // Financial Economics. 2018. № 6. P. 86–89. (In Russ.)

Raupova D. E., *Danilov D. A.* The taxation structure and density of pine and spruce wood in mixed artificial plantations of the Leningrad region // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2022. № 240. P. 25–46. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.25-46 (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Sadieva G. F., *Mirzoeva F. Z.* Development and formation of green plants in the territory of small towns of the Republic of Tajikistan // Polytechnical Bulletin. Series: Engineering research. 2023. № 2 (62). P. 186–194. (In Russ.)

Sharavina K. O. Parks of culture and recreation as centers of social space in small towns of the Sverdlovsk region // EGO: Economics. State. Society. 2022. № 4 (49). URL: https://www.elibrary.ru (accessed 03.01.2025).

Zibtseva O. V., *Kochergina V. V.*, *Kristik P. P.* Landscaping system for the small historical square in Novgorod-Seversky // Forestry and gardening. 2018. № 14. P. 1. (In Ukrain.)

Zibtseva O. V., *Silenko T. S.* Planned structure and greening system of Kagarlyk, Kyiv region // Forestry and gardening. 2016. № 10. P. 4. (In Ukrain.)

Информация об авторах

А. В. Лебедев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors

A. V. Lebedev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 10.03.2025; принята к публикации 01.04.2025.
The article was submitted 10.03.2025; accepted for publication 01.04.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 100–107.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 100–107.

Научная статья
УДК 712.4
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.011

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ОЗЕЛЕНЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ШКОЛ-ИНТЕРНАТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Игорь Андреевич Волосов[1], Татьяна Ивановна Фролова[2]

[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] volosovigorr@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0002-9899-9950
[2] frolovati@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0003-3199-3159

Аннотация. В данной статье анализируются современные тенденции использования интродуцентов в озеленении екатеринбургских специализированных школ-интернатов № 6 и «Эхо», школы-интерната в селе Черноусово. На основе подеревной инвентаризации насаждений каждой территории установлено, что интродуцированные деревья и кустарники преобладают над местными видами (76 % от общего количества) благодаря их широкому применению в озеленении городов середины прошлого века. В результате анализа видового состава выявлено, что клен ясенелистный, тополь бальзамический, карагана древовидная и кизильник блестящий являются наиболее распространенными. Оценка санитарного состояния показала, что в структуре исследуемых территорий преобладают здоровые насаждения (57 %). По итогам работы определены перспективные интродуцированные виды для проведения будущих реконструкций специализированных образовательных учреждений с учетом коррекционной особенности учащихся.

Ключевые слова: интродуценты, озеленение, видовое разнообразие, коррекционная школа, зеленые насаждения

Для цитирования: Волосов И. А., Фролова Т. И. Современные тенденции использования интродуцентов в озеленении специализированных школ-интернатов Свердловской области // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94) С. 100–107.

Original article

MODERN TRENDS IN THE USE OF INTRODUCENTS IN LANDSCAPING OF SPECIALIZED BOARDING SCHOOLS IN THE SVERDLOVSK REGION

Igor A. Volosov[1], Tatiana I. Frolova[2]

[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[1] volosovigorr@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0002-9899-9950
[2] frolovati@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0003-3199-3159

Abstract. This article analyzes modern trends in the use of introducents in landscaping of Yekaterinburg specialized boarding schools № 6 and «Echo», a boarding school in the village

© Волосов И. А., Фролова Т. И., 2025

Электронный архив УГЛТУ

of Chernousovo. Based on a tree inventory of plantations in each territory, it was established that introduced trees and shrubs predominate over local species (76 % of the total), due to their widespread use in urban landscaping in the middle of the last century. As a result of the analysis of the species composition, it was revealed that ash-leaved maple, balsamic poplar, Siberian pea shrub and shiny cotonaester are the most common. The assessment of the sanitary condition showed that healthy plantations predominate in the structure of the researched territories (57 %). Based on the results of the researches, promising introduced species have been identified for future reconstructions of specialized educational institutions, taking into account the correctional characteristics of students.

Keywords: introducents, landscaping, species diversity, special school, green plantations

For citation: Volosov I. A., Frolova T. I. Modern trends in the use of introducents in landscaping of specialized boading schools in the Sverdlovsk region // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 100–107.

Введение

Озеленение оказывает значительное воздействие на человека, поскольку зеленые насаждения своим цветом, формой, запахом и выделяемыми ими веществами способствуют восстановлению физического и психического здоровья. Поэтому зрительное, обонятельное и тактильное восприятие приобретает большое значение, так как помогает компенсировать нарушения учащихся и создает дополнительные возможности для полноценного восприятия окружающей среды (Теодоронский, 2008).

Современные образовательные тенденции ставят перед специалистами в области ландшафтной архитектуры новые вызовы, связанные с поиском оптимальных решений для создания комфортной и эстетически привлекательной территории образовательного учреждения. Особенно это актуально для учреждений, имеющих определенную специализацию и направленность, это должно отражаться на характере озеленения территории и ее видовом составе. В настоящее время вопросы благоустройства и озеленения специализированных образовательных учреждений изучены недостаточно, поэтому и вопрос использования интродуцентов является актуальным.

Выбранные для исследования специализированные школы-интернаты предназначены для образования, воспитания, медицинской и социальной реабилитации детей с 7 до 18 лет. Каждая имеет свой уникальный подход к обучению и коррекции нарушений у учащихся с особыми образовательными потребностями. Школа-интернат № 6 специализируется на работе с детьми, имеющими тяжелые нарушения речи, школа-интернат «Эхо» – на обучении детей с нарушениями слуха, а в Черноусовской школе-интернате основной особенностью учащихся является замедленное умственное развитие.

Для увеличения видового разнообразия и повышения эстетической привлекательности территорий учебных заведений используют интродуцированные насаждения. В сравнении с местными видами интродуценты обладают рядом преимуществ: разнообразием форм и размеров, вариацией цветов частей растения, а также устойчивостью (некоторых видов) к различным климатическим условиям, заболеваниям и вредителям (Кожевников, 2022).

Однако использование интродуцентов также несет в себе определенные сложности: им требуется адаптация к новым условиям или они могут стать инвазивными видами, вытесняя местные растения и внося нарушения в экосистему. Поэтому при подборе и использовании интродуцированных растений необходимо это учитывать, чтобы обеспечить стабильное развитие и сохранение биологического разнообразия на пришкольной территории.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель исследования – выявление перспективных интродуцентов на основе результатов инвентаризации зеленых насаждений на территории образовательных учреждений.

Электронный архив УГЛТУ

Для достижения цели потребовалось решить следующие задачи:

– подбор объектов со специализированным уклоном;

– проведение подеревной инвентаризации зеленых насаждений на территориях;

– выявление перспективных интродуцентов среди произрастающих древесных на исследуемых территориях.

Объектами исследований была выбрана дендрофлора трех специализированных образовательных учреждений. Территории екатеринбургских школ-интернатов № 6 и «Эхо» с общей площадью 2 и 1,4 га соответственно имеют жилые и учебные корпуса, соединенные проходами со зданием столовой, игровые и спортивные площадки. У школы-интерната в селе Черноусово обширная территория (7,7 га) с прибрежной зоной реки Исеть, зданиями жилых и учебных корпусов, столовой, складом и водонапорной башней, игровыми и спортивными площадками, школьным огородом.

Обследование территорий велось маршрутно-визуальным методом в 2022–2023 гг. Подеревная инвентаризация проводилась согласно общепринятой методике (Реконструкция…, 2015). Санитарное состояние деревьев и кустарников оценивалось по шкале категорий (Об утверждении…, 2020). Вид растений определялся по справочнику-определителю деревьев и кустарников Среднего Урала (Мамаев, Кожевников, 2006).

Результаты и их обсуждение

По результатам научного изыскания на территориях школ-интернатов было обнаружено 731 растение, среди которых 383 дерева и 348 кустарников (таблица).

Сводная ведомость подеревной инвентаризации
Summary sheet of a tree inventory

№ п/п	Вид Plant species	Средние показатели Average values			Кол-во, шт. Quantity, pieces	Доля, % Proportion, %
		Высота дерева, м Tree height, m	Диаметр ствола на высоте 1,3 м Diameter of the trunk of 1,3 m high	Санит. состояние, балл Sanitary conditio, score		
	Деревья Trees					
1	Тополь бальзамический *Populus balsamifera* L.	8,0	45	3	103	14
2	Клен ясенелистный *Acer negundo* L.	9,0	32	3	140	19,1
3	Клен остролистный *Acer platanoides* L.	2,0	4	1	1	0,1
4	Боярышник обыкновен. *Crataegus laevigata* Poir.	6,0	15	3	61	8,3
5	Рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L.	5,0	20	4	4	0,5
6	Черемуха виргинская *Prunus virginiana* L.	5,5	18	3	2	0,3
7	Черемуха обыкновенная *Prunus padus* L.	13,0	20	2	2	0,3
8	Груша уссурийская *Pyrus ussuriensis* Maxim.	7,0	30	2	1	0,1
9	Яблоня ягодная *Malus baccata* L.	5,0	18	2	39	5,3
10	Яблоня домашняя *Malus domestica* Borkh.	5,0	20	4	1	0,1

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение таблицы
Continuation of the table

№ п/п	Вид Plant species	Средние показатели Average values			Кол-во, шт. Quantity, pieces	Доля, % Proportion, %
		Высота дерева, м Tree height, m	Диаметр ствола на высоте 1,3 м Diameter of the trunk of 1,3 m high	Санит. состояние, балл Sanitary conditio, score		
11	Липа мелколистная *Tilia cordata* Mill.	7,0	30	2	8	1,1
12	Вяз шершавый *Ulmus glabra* Huds.	8,0	40	3	1	0,1
13	Береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh.	13,0	40	2	2	0,3
14	Береза повислая *Betula pendula* Roth	1,0	15	1	1	0,1
15	Ива козья *Salix caprea* L.	3,0	10	3	1	0,1
16	Ель колючая (голубая) *Picea pungens* Engelm.	20,0	25	2	2	0,3
17	Лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb.	22,0	24	2	5	0,7
18	Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L.	25,0	36	4	3	0,4
19	Ясень обыкновенный *Fraxinus excelsior* L.	7,7	19,6	2	10	1,3
	Кустарники Shrubs					
20	Туя западная *Thuja occidentalis* L.	0,5	–	3	16	2,2
21	Сирень обыкновенная *Syringa vulgaris* L.	0,3	–	2	2	0,3
22	Роза морщинистая *Rosa rugosa* Thunb.	2,0	–	2	13	1,8
23	Бузина красная *Sambucus racemosa* L.	3,0	–	3	1	0,1
24	Дерен белый *Cornus alba* L.	1,2	–	2	5	0,7
25	Смородина золотистая *Ribes aureum* Pursh	1,0	–	3	2	0,3
26	Смородина красная *Ribes rubrum* L.	1,0	–	1	8	1,1
27	Жимолость съедобная *Lonicera edulis* Tyrz	1,5	–	1	5	0,7
28	Спирея иволистная *Spiraea salicifolia* L.	0,5	–	3	28	3,8
29	Спирея японская *Spiraea japonica* L.f.	0,5	–	2	1	0,1
30	Карагана древовидная *Caragana arborescens* Lam.	3,0	–	2	136	18,6
31	Пузыреплодник калин. *Physocarpus opulifolius* L.	0,5	–	3	17	2,3

Электронный архив УГЛТУ

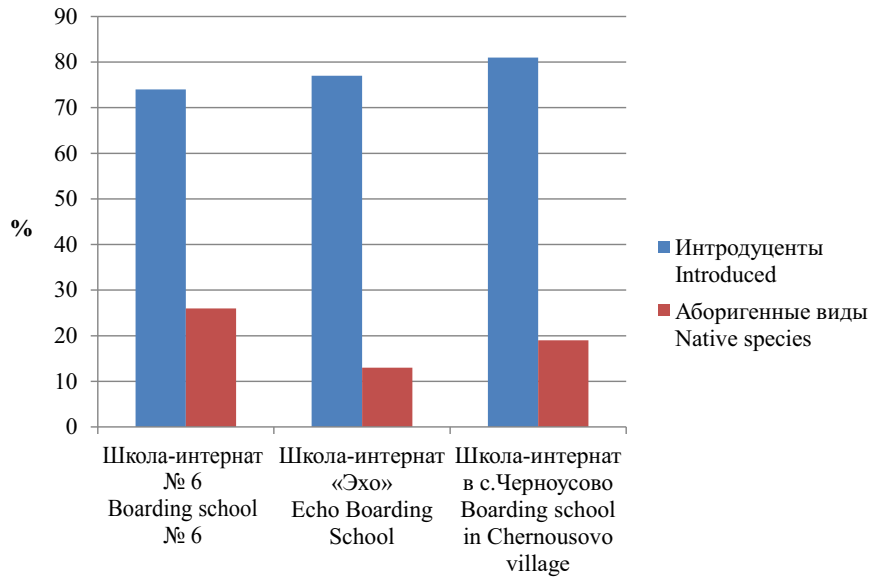
Окончание таблицы
The end of the table

№ п/п	Вид Plant species	Средние показатели Average values			Кол-во, шт. Quantity, pieces	Доля, % Proportion, %
		Высота дерева, м Tree height, m	Диаметр ствола на высоте 1,3 м Diameter of the trunk of 1,3 m high	Санит. состояние, балл Sanitary conditio, score		
32	Чубушник венечный *Philadelphus coronarius* L.	1,5	–	3	1	0,1
33	Кизильник блестящий *Cotoneaster lucidus* Schltdl.	1,0	–	2	93	12,7
34	Лещина обыкновенная *Corylus avellana* L.	1,5	–	1	10	1,3
35	Виноград девичий *Parthenocissus* Planch.	–	–	2	6	0,8

Оценка состояния существующих насаждений на трех школьных территориях показала, что большая часть (57 %) находится в здоровом состоянии: 1 категория – 189 шт. (26 %), 2 категория – ослабленные растения – 229 шт. (31 %), 3 категория – сильно ослабленные растения – 162 шт. (23 %), 4 категория – усыхающие растения – 151 шт. (20 %).

При изучении видового состава были выявлены интродуцированные деревья и кустарники, среди которых наиболее распространены: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) – 19,1 % от общего количества, карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) – 18,6 %, тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) – 14 %, кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.) – 12,7 %. В Свердловской области эти виды стали инвазивными благодаря способности быстро размножаться и адаптироваться к новым условиям.

Важно отметить, что 18 видов из 35 на пришкольных участках составляют интродуценты (76 %), в то время как коренные виды региона составляют всего 24 %. Если рассматривать каждую территорию отдельно, то статистика также показывает преобладание интродуцентов (рисунок).



Соотношение интродуцентов и аборигенных видов
The ratio of introduced and native species

Электронный архив УГЛТУ

Исследование показало, что на территориях образовательных учреждений активно используют виды интродуцентов, которые с середины прошлого века получили широкое применение в массовом озеленении всех населенных пунктов. Это дает основание предполагать, что в ассортименте их стоит сохранять и при необходимости реконструкции заменять на молодые растения (Коржев, 1954).

В школах, созданных до 1950-х годов, представлено наибольшее видовое разнообразие, включающее в себя различные рядовые посадки, куртины, солитеры и группы. Территории школ 1960–1970-х годов отражают особенности городского озеленения того времени, и часто встречаются определенные виды растений: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и яблоня ягодная (*Malus baccata* L.), в то время как кустарники почти отсутствуют (Ефимова, Аткина, 2023).

Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), который является самым распространенным интродуцентом на исследуемых территориях, проявляет агрессивность с точки зрения экологической пластичности. Это создает необходимость ограничения его использования в озеленении, контроле за численностью и систематическом уходе за уже имеющимися экземплярами (Клен ясенелистный…, 2022).

Если рассматривать планировку территорий образовательных учреждений и элементы их озеленения, можно отметить, что наиболее перспективными из интродуцированных видов в живых изгородях являются кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam) и пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* L.), в защитных насаждениях – тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), в зонировании спортивных зон – клен остролистный (*Acer platanoides* L.) и дерен белый (*Cornus alba* L.), в оформлении входных зон – ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), спиреи иволистная (*Spiraea salicifolia* L.) и японская (*Spiraea japonica* L.f.), в озеленении зон отдыха – сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), виноград девичий (Parthenocissus Planch) и чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.) (Оценка перспективности…, 2019).

Зрительное восприятие для детей с нарушением слуха, речи или развития является не только способом общения и понимания окружающих, но и главным источником знаний об окружающем их мире. Поэтому важно обеспечить эстетическую привлекательность специализированных образовательных учреждений при помощи различных пестролистных, красиво цветущих и приятно пахнущих видов древесных и кустарниковых растений, которые станут дополнением к уже существующим насаждениям. Благодаря разнообразию цветов и форм растений появляется возможность создавать уникальные композиции, способствующие стимуляции интереса и развития воображения у учащихся. Взаимодействие с такими растениями, наслаждение их красотой и ароматом поможет расширить кругозор детей и положительно повлияет на их эмоциональное состояние.

Выводы

В результате изучения современных тенденции использования интродуцентов в озеленении специализированных образовательных учреждений в период с 2022 по 2023 гг. установлено следующее.

1. По итогам подеревной инвентаризации трех пришкольных территорий было выявлено 731 растение (383 дерева и 348 кустарников), относящееся к 35 видам.

2. Интродуцированные деревья и кустарники преобладают над аборигенными как в видовом (18 видов), так и числовом соотношении (555 из 731).

3. Анализ видового разнообразия исследуемых территорий показал, что наиболее распространенными интродуцентами среди деревьев являются клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) – 19,1 % от общего количества, тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) – 14 %, среди кустарников – карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) – 18,6 % и кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.) – 12,7 %.

4. В структуре исследуемых территорий преобладают здоровые насаждения (57 %) без внешних

Электронный архив УГЛТУ

признаков повреждения. Однако присутствие на территории насаждений 3 и 4 категорий негативно сказывается на безопасности и снижает эстетическое восприятие детьми с различными нарушениями.

5. На основе изучения состояния интродуцентов были определены перспективные виды: кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), дерен белый (*Cornus alba* L.) и др. Данные являются основанием для проведения будущих реконструкций с сохранением этих видов растений.

Список источников

Ефимова Н. А., *Аткина Л. И.* Состав и структура насаждений образовательных объектов ограниченного пользования г. Екатеринбурга / Вавиловский университет, НГАТУ. Саратов : Вавиловский университет, 2023. 167 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). URL: https://research-journal.org/ (дата обращения: 05.01.2024).

Кожевников А. П. Кустарники-интродуценты в озеленительных посадках населенных пунктов Свердловской области / *А. П. Кожевников*, *Н. В. Шипицина*, *Е. Б. Кондратова* // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 2 (81). С. 36–43.

Коржев М. П. Озеленение советских городов : пособие по проектированию / Академия архитектуры СССР, Научно-исследовательский институт градостроительства. М. : Гос. изд-во лит-ры по строительству и архитектуре, 1954. 186 с.

Мамаев С. А., *Кожевников А. П.* Деревья и кустарники Среднего Урала : справочник-определитель. Екатеринбург : Сократ, 2006. 269 с.

Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 г. № 2047. URL : http://government.ru/docs/all/131407/ (дата обращения: 05.01.2024).

Оценка перспективности интродуцентов, произрастающих в Шарташском лесопарке г. Екатеринбурга / *А. С. Оплетаев*, *Е. С. Залесова*, *Н. П. Бунькова* [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 1 (68). С. 53–63.

Реконструкция насаждений : учеб.-метод. пособие / *Л. И. Аткина*, *С. В. Вишнякова*, *С. Н. Луганская.* Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 41 с.

Теодоронский В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры. М. : Академия, 2008. 352 с.

References

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). URL: https://research-journal.org/ (accessed 05.01.2024).

Efimova N. A., *Atkina L. I.* Composition and structure of plantings of educational facilities of limited use in Yekaterinburg / Vavilov University, NNSAU. Saratov, 2023. 167 p.

Evaluation of the prospects of introducents growing in the Shartash forest park of Yekaterinburg / *A. S. Opletaev*, *E. S. Zalesova*, *N. P. Bunkova* [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2019. № 1 (68). P. 53–63. (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Korjev M. P. Landscaping of Soviet cities : A guide to design / Academy of Architecture of the USSR, Scientific Research Institute of Urban Planning. Moscow : State Publishing House of Literature on Construction and Architecture, 1954. 186 p.

Kozhevnikov A. P., *Shipitsina N. V.*, *Kondratova E. B.* Shrubs-the introduced species in landscape plantings of the settlements of the Sverdlovsk region // Forests of Russia and economy in them. 2022. № 2 (81). P. 36–43. (In Russ.)

Mamayev S. A., *Kozhevnikov A. P.* Trees and shrubs of the Middle Urals : guide-determiner. Yekaterinburg : Socrates, 2006. 269 p.

On the approval of the Rules of sanitary safety in forests : The Government of Russia // Resolution of the Government of the Russian Federation dated 09.12.2020 № 2047. URL: http://government.ru/docs/all/131407/ (accessed 05.01.2024).

Reconstruction of plantings : an educational and methodological guide / *L. I. Atkina*, *S. V. Vishnyakova*, *S. N. Luganskaya*. Yekaterinburg : UGLTU, 2015. 41 p.

Teodoronsky V. S. Construction and operation of objects of landscape architecture. Moscow : Akademiya, 2008. 352 p.

Информация об авторах

И. А. Волосов – аспирант;

Т. И. Фролова – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors

I. A. Volosov – postgraduate student;

T. I. Frolova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 11.01.2024; принята к публикации 24.04.2024.
The article was submitted 11.01.2024; accepted for publication 24.04.2024.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 108–119.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 108–119.

Научная статья
УДК 711.5
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.012

ФОРМИРОВАНИЕ ДВОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КОМПЛЕКСА ДОМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЛИНСКОГО – ФРУНЗЕ, Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

Сергей Александрович Фарленков[1], Людмила Ивановна Аткина[2]

[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] seregapharlenkov@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-1517-4851
[2] atkinali@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0001-8578-936X

Аннотация. Дворовые пространства городов изучены слабо, в то время как рассмотрение вопросов градостроительной ситуации в данной области дает возможность получения более объективных данных, с помощью которых открывается упрощенный путь к дальнейшему моделированию зеленого каркаса г. Екатеринбурга. В процессе развития городской среды возникают уникальные структуры дворовых пространств, совмещающие два и более типов исторической застройки. Изучая данные дворовые пространства, их баланс, можно получить потенциальное решение проблем, накопившихся за долгие годы их формирования. Цель работы – выявление особенностей структуры благоустройства сложных дворовых пространств на примере комплекса зданий на пересечении улиц Белинского – Фрунзе.

Ключевые слова: баланс территории, типы застройки, зеленый каркас, дворовые пространства

Для цитирования: Фарленков С. А., Аткина Л. И. Формирование дворового пространства комплекса домов, расположенных на пересечении улиц Белинского – Фрунзе, г. Екатеринбург / Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 108–119.

Original article

FORMATION OF COURTYARD SPACE OF THE COMPLEX OF HOUSES LOCATED AT THE INTERSECTION OF BELINSKOGO – FRUNZE STREETS, YEKATERINBURG

Sergey A. Pharlenkov[1], Ludmila I. Atkina[2]

[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[1] seregapharlenkov@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-1517-4851
[2] atkinali@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0001-8578-936X

Abstract. Courtyard spaces of cities are poorly studied, while the consideration of issues of urban development in this area provides an opportunity to obtain more objective data, which opens a simplified way to future modelling of the green framework of the city of Yekaterinburg. In the process of urban

© Фарленков С. А., Аткина Л. И., 2025

Электронный архив УГЛТУ

environment development, unique structures of courtyard spaces arise, combining two or more types of historical buildings. Studying these courtyard spaces and their balance, it is possible to get a potential solution to the problems accumulated over many years of their formation. The purpose of the research is to identify the features of the structure of improvement of complex courtyard spaces on the example of the complex of buildings at the intersection of Belinskogo – Frunze streets.

Keywords: territory balance, types of development, green framework, courtyard spaces

For citation: Pharlenkov S. A., Atkina L. I. Formation of courtyard space of the complex of houses located at the intersection of Belinskogo – Frunze Streets, Yekaterinburg // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 108–119.

Введение

Дворовые пространства городов изучены слабо, в то время как изучение градостроительной ситуации в данной области дает возможность моделирования зеленого каркаса г. Екатеринбурга. Для развития дворовых пространств (их реконструкции), являющихся частью зеленого каркаса города, необходимо изучить историю их развития, внутренние противоречия и заложенный в них потенциал. Это даст импульс и определит возможные направления, в какую сторону необходимо двигаться для повсеместного развития, а также ответит на вопросы о том, как улучшить комфорт проживания и экологическое благополучие горожан. Требуется осмысление пространства дворов и разработка обоснования их реконструкции для адаптации к современным реалиям. Кроме исторически сложившихся типов застройки (*усадебная*, *квартальная*, *строчная*, *микрорайонная*, *точечная*) (Карелина, 2015), в Екатеринбурге выявлены дворовые пространства, совмещающие различные периоды градостроительства. Примером является комплекс дворовых пространств на пересечении улиц Белинского – Фрунзе.

Цель, задачи, объекты и методика исследований

Цель исследования − рассмотреть этапы формирования дворового пространства на пересечении улиц Белинского – Фрунзе: становление окружающей застройки и современный баланс территории комплекса.

Задачи: изучить доступные ресурсы архивных материалов этапов формирования застройки, составить баланс двора и провести комплексное обследование древесно-кустарниковых насаждений.

Объект исследования − комплекс многоквартирных жилых домов и их придомовая территория (дворы), образующий своеобразный ансамбль (Шипицына, Филатенко, 2017), находящийся в границах улиц Фрунзе, Белинского, Чайковского и Степного переулка. Данные дворовые пространства жилых многоквартирных домов, находящиеся в Ленинском районе г. Екатеринбурга, расположены по адресам: улица Белинского, дом 132; дом 140, корпус 2; дом 150 (табл. 1).

Исследуемую территорию окружают следующие социально-экономические объекты: коммерческое здание в центре комплекса ансамбля (ул. Фрунзе, 21, дата постройки – 1960 г.); муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение – детский сад № 365 (ул. Фрунзе, 23, дата постройки – 1963 г.), находится в периметре исследуемых объектов, входящих в общий ансамбль территории; «Свердловский инструментальный завод», расположенный западнее исследуемых объектов (ул. Фрунзе, 35А, дата образования – 1941 г.). Стоит отметить, что именно для заводчан был построен дом по адресу ул. Белинского, 132; Южное трамвайное депо, находящиеся западнее от исследуемых объектов (ул. Фрунзе, 35, дата образования – 1929 г.); МАОУ СОШ № 17 (ул. Белинского, 123, дата образования – 1936 г.).

Существующая градостроительная ситуация возникла в 20–60-е годы XX в. Жилые здания строились позднее, чем завод, школа, трамвайное депо. Соответственно, жилые объекты окружены достаточно развитой социально-экономической инфраструктурой.

Характеристики жилых многоквартирных домов представлены в табл. 1.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Характеристики жилых многоквартирных домов по адресам
(Информация о многоквартирных…, 2024)
Characteristics of residential apartment buildings at the following addresses
(Information about apartment…, 2024)

Жилой дом (улица) Residential building (street)	Белинского, 132 Belinskogo, 132	Белинского, 140, корп. 2 Belinskogo, 140, corp. 2	Белинского, 150 Belinskogo, 150
Количество квартир, шт. Number of flats, units	332	100	100
Год ввода в эксплуатацию Year of commissioning	1 992	1 972	1 975
Количество этажей Number of floors	9–14	5	5
Тип перекрытий Type of slabs	Железобетонные сборные плиты Reinforced concrete precast slabs		
Материал несущих стен Load-bearing wall material	Стены кирпичные Brick walls		
Количество подъездов, шт. Number of entrances, units	6	6	6
Серия, тип постройки Series, type of construction	Нет информации No information		1-447С-38
Площадь многоквартирного дома, м^2 Area of the apartment building, м^2	23 841,9	4 956	4 510,4
Придомовая территория Household territory			
Детские площадки Playgrounds	+	+	+
Озеленение Gardening	+	+	+

Расчет баланса проводился на основе измерений ГИС-материалов общей доступности и архивных источников (Яндекс-карты, архивные данные сайта «Это место» (Спутниковый снимок…, 2024), рекомендации для территории двора высчитывались на основе нормативов СП 476.1325800.2020, подсчет данных проводился с использованием инструментов компьютерных программ: система автоматизированного проектирования и черчения, программа *AutoCAD*; программа для работы с электронными таблицами *Microsoft Office Excel*.

Результаты и их обсуждение

Первые упоминания о квартальной сетке будущей застройки юго-восточной части города возникли на картах 1845 г. (Старые карты…, 2024). Улицы исследуемой территории имели иные названия: улица Белинского называлась Никольская (по названию старообрядческой Никольской часовни) и переходила в улицу Байнауховская (по фамилии одного из первых домовладельцев по этой улице) по руслу реки Исеть (ныне разделяющей Октябрьский и Ленинский районы). С 1919 г. Никольская стала улицей Белинского (рис. 1); в 1929 г. был построен мост через Исеть, соединивший улицы Белинского и Байнауховскую. В 1937 г. улица Байнауховская и часть бывшего Челябинского тракта были объединены и стали едины с улицей Белинского (Уличная жизнь…, 2024).

На карте 1920 г. в квартальной сетке исследуемой территории появляются упоминания о номерах домов (см. рис. 1), имевших характер рядовой одноэтажной деревянной застройки (Слукин,

Электронный архив УГЛТУ

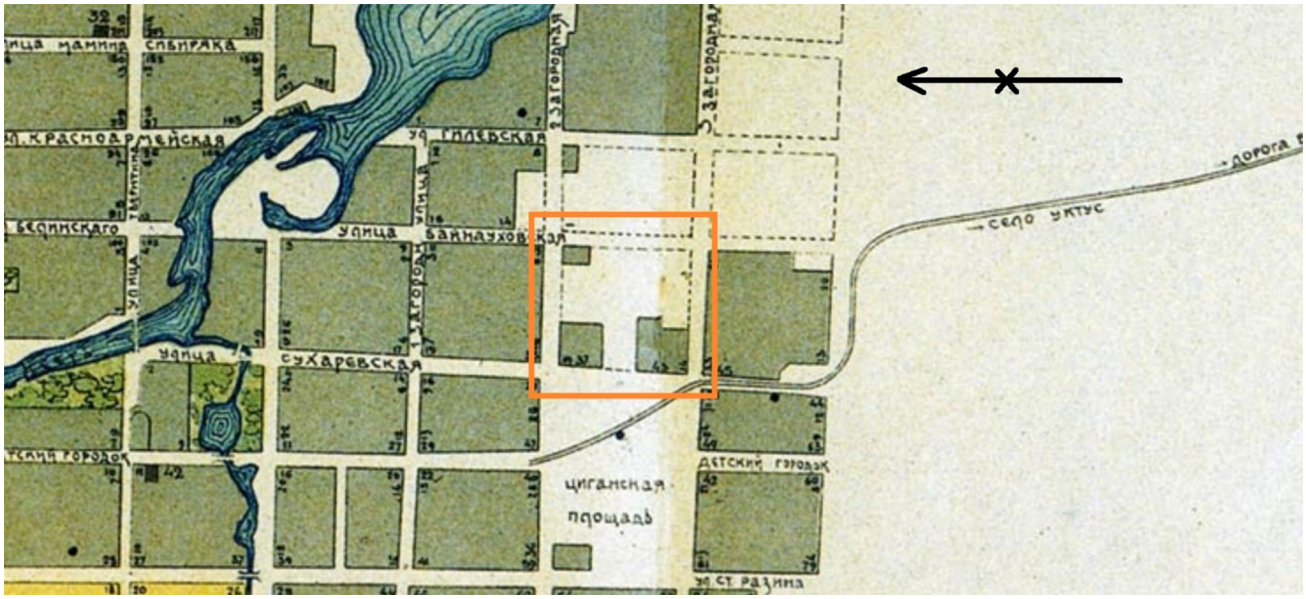


Рис. 1. Карта 1920 г. Екатеринбурга, южная окраина, исследуемая территория
Fig. 1. Map of Yekaterinburg city, 1920, southern edge, research area

Зорина, 2005). На основании данных из карты можно констатировать, что на 1920 г. область исследуемой территории была вписана в границы улиц Байнауховская; Сухаревская (с номерами домов 37–43); 2-я Загородная улица; 3-я Загородная улица (с номером дома 14). В этот период благоустройство придомового пространства было традиционным для частных домов: плодовые сады, кустарники, и носило утилитарный характер. Почти у каждой усадьбы был свой огород.

На карте 1941 г. начинают упоминаться новые названия улиц. Улица Байнауховская поглощается улицей Белинского; название улицы Сухаревская сменяется на улицу Чайковского; 2-я Загородная переименовывается в улицу Фрунзе; 3-я Загородная – на переулок Степной. К 1942 г. формируются современные названия улиц и границы комплекса зданий исследуемой территории (Старые карты…, 2024). В это время весь квартал застроен одноэтажными деревянными домами, которых в разные периоды отмечено в количестве от 10 до 16. Каждый дом имел свой участок земли, где выращивались различные сельскохозяйственные культуры.

В 1960 г. появляется первая каменная трехэтажная постройка (ул. Фрунзе, 21), а к 1963 г. строится двухэтажное каменное здание детского сада № 365 (ул. Фрунзе, 23), которые исключительно повлияли на дворовую планировку территории. С 70-х годов начинается трансформация жилой застройки из одноэтажной в современные пятиэтажные панельные дома серийной типовой постройки – 1-447С-38 (см. табл. 1).

Первые два пятиэтажных дома появляются в 1972 и 1975 гг. Они являются частью застройки строчного типа, которая охватила улицы Белинского и Щорса. Данный подход широко использовался при формировании строчной застройки города Екатеринбурга в 1963–1980 гг. При этом границы квартала улиц Белинского – Фрунзе не изменились в отличие от прилегающих улиц (рис. 2). Это можно утверждать благодаря сохранившемуся переулку Степной, который и отграничивает квартал.

На карте 1974 г. (рис. 3) у дома 140, корп. 2 озеленение занимает малую часть территории. Небольшие фрагменты молодых посадок древесно-кустарниковых насаждений видны на территории детского сада № 365 (Фрунзе, 23). Дом 150 по улице Белинского еще в процессе строительства. Тополя, высаженные при формировании двора в 1975 г. у дома 150, существуют в настоящее время (рис. 4.). Территория же, находящаяся северо-восточнее (будущий дом 132), занята одноэтажными деревянными домами с прилегающими участками (рис. 3, 4).

Электронный архив УГЛТУ

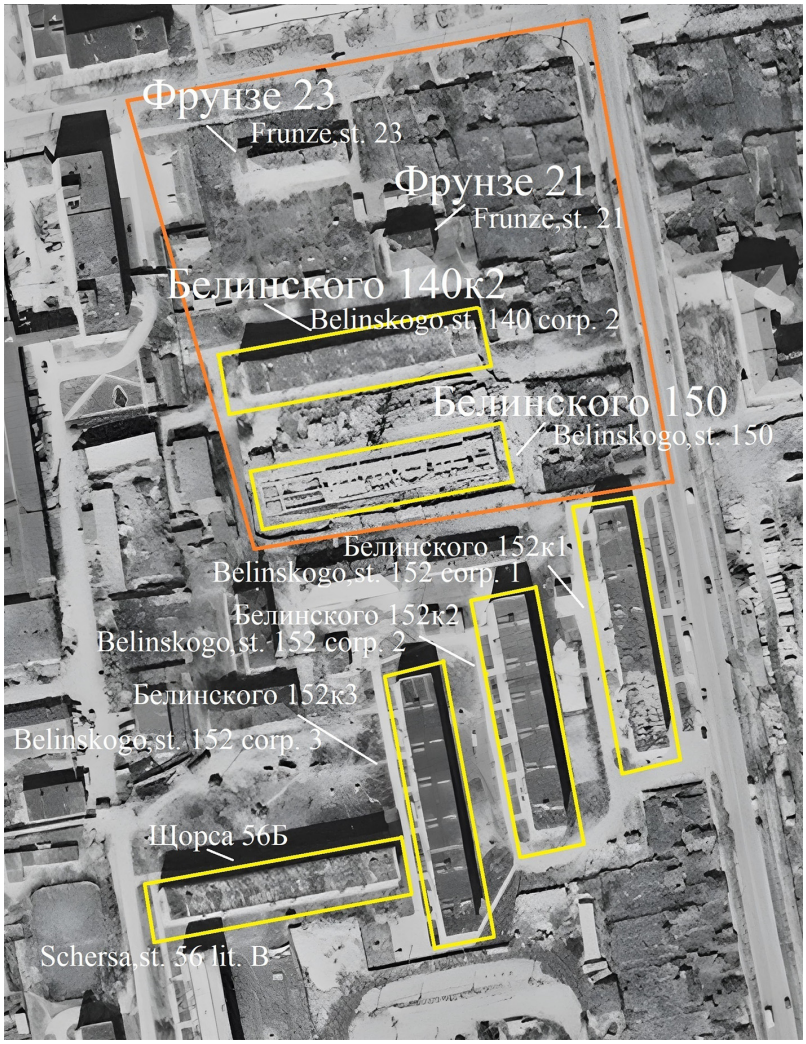


Рис. 2. Спутниковая карта 1974 г., где оранжевым цветом выделена исследуемая территория; желтым цветом выделены типовые панельные дома
Fig. 2. Satellite map from 1974, where the research area is highlighted in orange; type panel houses are highlighted in yellow colour

На снимке 1975 г. на территории детского сада № 365 уже отчетливо видны зеленые насаждения. Дом по адресу ул. Белинского, 150 также построен. Сектор одноэтажной деревянной застройки в квартале существовал еще более 17 лет, и лишь к 1992 г. ему на смену построен дом по адресу ул. Белинского, 132 (см. табл. 1), замыкая собой территорию квартала, где формируется новое дворовое пространство. С периода завершения строительства дома 132 изменений исследуемой территории не происходило.

В ходе изучения комплекса дворовых пространств на основе СП 476.1325800.2020 был рассчитан баланс территории каждого из трех домов, результаты представлены в табл. 2.

Установлено, что период, соответственно, и тип застройки жилых домов влияет на уровень дворового озеленения. Наибольшая доля озеленения придомового пространства приходится на строчную застройку (дома 140, корп. 2 и 150), соответственно 42 (76 шт. древесных насаждений) и 62,5 % (164 шт. древесных насаждений) от площади двора, тогда как двор более поздней постройки (дом 132) озеленен лишь на 19,5 % (214 шт. древесных насаждений). На всей озелененной территории кустарники встречаются единично, исключение составляет сирень, которая произрастает повсеместно. Площадь под зелеными насаждениями совокупности всех придомовых территорий составила 35,7 %, что ниже рекомендуемой

Электронный архив УГЛТУ

Рис. 3. Территория исследования на спутниковой карте 1974 г., где оранжевым цветом выделена территория двора дома 140, корп. 2 (S=4 805 м^2); желтым цветом – территория строящегося дома 150; зеленым цветом – территория детского сада № 365

Fig. 3. The research area on the satellite map of 1974, where: the territory of the courtyard of the house 140, corp. 2 (S=4 805 m^2) is highlighted in orange; the territory of the house 150 under construction is highlighted in yellow; the territory of the kindergarten № 365 is highlighted in green

нормы более чем на 30 % (см. табл. 1). У домов строчной застройки произрастают виды древесных: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.); липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill. s.str.); яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.); береза повислая (*Betula pendula* Roth.); тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.); ива белая (*Salix alba* L.); рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.); черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.); сирень (*Syringa* sp.); пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.); роза или шиповник (*Rosa* sp.); спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.).

У дома 132 произрастают: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.); липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.); яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh); боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.); береза повислая (*Betula pendula* Roth.); тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.); ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.); ель колючая (*Picea pungens* Engelm.); ива белая (*Salix alba* L.); рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.); вишня пенсильванская (*Prunus pensylvanica* L.f.); сирень (*Syringa* sp.); пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.); спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.).

Преобладающий вид во всех дворах – клен ясенелистный (127 шт.), его доля варьирует от 46 и до 57 % от общего количества. Береза повислая занимает от 10 до 18 % (35 шт.). Остальные виды

Электронный архив УГЛТУ

представлены различно в зависимости от дворовой территории дома. Например, яблоня ягодная у дома 140, корп. 2 – 2 % (1 шт.), а у дома 150 – 18 % (18 шт.). Аналогичная картина по распределению тополя бальзамического – дом 140, корп. 2 насчитывает 3 % (1 шт.), у дома 150 составляет 12 % (12 шт.), подробные данные отображены на рис. 5 и в табл. 3.

Рис. 4. Слева спутниковая карта Екатеринбурга (Свердловска) 1975 г., территория исследования Белинского – Фрунзе, где зеленым цветом выделены участки древесно-кустарниковых насаждений, справа посадки тополей в наше время
Fig. 4. On the left satellite map of Yekaterinburg (Sverdlovsk), 1975, Belinskogo – Frunze research area, where: the green colour highlighted areas of tree and shrub plantations, on the right plantings of *Populus balsamifera* L. in our time

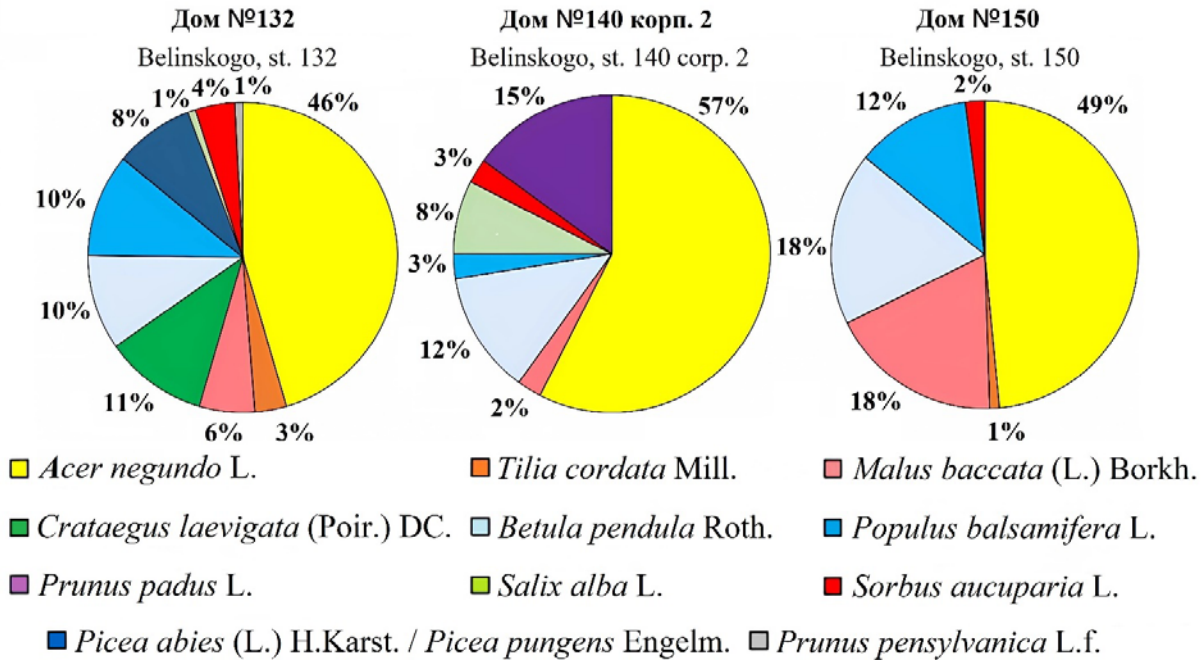


Рис. 5. Долевое распределения видов по дворовым пространствам
Fig. 5. Percentage distribution of species by courtyard space

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2
Table 2

Баланс дворовых пространств исследуемой территории
Balance of yard spaces of the research area

№ п/п Point №	Объекты Objects	Дворовые пространства Courtyard spaces								Норма, % Norm
		№ 132		№ 140/2		№ 150		Общие знач. General values		
		м²	%	м²	%	м²	%	м²	%	
1	Дорожки, в т.ч. Roads inc.	**4391,6**	**36,8**	**1055**	**21,9**	**782,6**	**12,9**	**6229,2**	**27,3**	5
1.1	Проезды (асфальт) Driveways (Asphalt)	3727,8	31,2	1055	21,9	782,6	12,9	5565,4	24,4	–
1.2	Пешеходные (мощение) Pedestrian roads (Paving)	663,8	5,6	0	0	0	0	663,8	2,9	–
2	Площадки, в т. ч. Platforms inc.	1321,2	11,1	84,5	1,8	5	0,1	1410,7	6,2	10–12
2.1	– площадки отдыха – recreation grounds	5	0,04	6	0,1	5	0,1	16	0,1	5
2.2	– для спорта – sports fields	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2.3	– детские игровые – playgrounds for children	56,8	0,5	0	0	0	0	56,8	0,2	–
2.4	– хозяйствен. – service platforms	29,2	0,2	0	0	0	0	29,2	0,1	–
2.5	– автостоянки – car parks	1230,2	10,3	78,5	1,6	0	0	1308,7	5,7	–
3	Сооружения Buildings	3890,3	32,6	1646,6	34,3	1492,7	24,5	7029,6	30,8	2–5
4	Насаждения, в т. ч. Plantings inc.	2333	19,5	2021,1	42,0	3806	62,5	8160,1	35,7	65–75
5.1	– деревья и кустарники – trees and bushes	261	2,2	72,5	1,5	153	2,5	486,5	2,1	20–50
5.2.	– газоны – lawns	2019,3	16,9	1948,6	40,5	3648,4	59,9	7616,3	33,4	35–50
5.3	– цветники – flowerbeds	52,7	0,4	0	0,0	4,6	0,1	57,3	0,3	1–2
	Общая площадь Total area	11936	100	4807,2	100	6086,3	100	22829,6	100	100

Таким образом, тип и период застройки повлияли на видовой состав и структуру древесных насаждений.

На основании данных, представленных в п. 1.1 табл. 2, установлено, что показатель дорожно-транспортной сети (ДТС) у более современной организации дворового пространства (Белинского д. 132, 1992 г. постройки) намного выше, чем во дворах строчного типа, и составляет 36,8 % против 21,9 и 12,9 % (доли ДТС дворовых пространств строчного типа организации). Общие показатели долевого участия ДТС в балансе исследуемой территории – 27,3 %. Пространственная организации придомовых территорий представлена на рис. 6.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 3
Table 3

Видовой состав, произрастающий на исследуемой территории
(цвет выделения ячейки соответствует диаграмме на рис. 5)
Species growing in the research area
(colour of cell highlighting corresponds to the diagram in Figure 5)

Вид (шт.) Species (units)	№ 132	№ 140/2	№ 150	Всего Total
Acer negundo L.	56	23	48	127
Tilia cordata Mill.	4	0	1	5
*Malus baccata (*L.) Borkh.	7	1	18	26
Crataegus laevigata (Poir.) DC.	13	0	0	13
Betula pendula Roth.	12	5	18	35
Populus balsamifera L.	12	1	12	25
Picea abies (L.) H.Karst. / *Picea pungens* Engelm.	10	0	0	10
Salix alba L.	1	3	0	4
Sorbus aucuparia L.	5	1	2	8
Prunus padus L.	0	6	0	6
Prunus pensylvanica L.f.	1	0	0	1
Syringa sp.	35	13	5	53
Physocarpus opulifolius (L.) Maxim.	4	0	0	4
Spiraea salicifolia L.	10	1	0	11
Прочие кустарники Other bushes	6	1	28	35
Поросль Root shoot	38	21	32	91
Всего Total	**214**	**76**	**164**	**454**

Детские площадки с покрытием (в нашем случае песок) имеются только у дома 132. У домов 140, корп. 2 и 150 детские площадки находятся на газонном покрытии и не учитываются в подсчете баланса территории как функциональная площадка. Площадки для отдыха, оснащенные отдельными скамейками и столиками, в процентном соотношении занимают очень малый процент все трех объектов и находятся примерно на одном уровне – 0,1 %. Автостоянки у строчной застройки не разрабатывались при изначальном проектировании объектов строительства, у дома 150 автопарковки отсутствуют. У микрокварталь-ной застройки имеется как минимум две крупных автопарковки, пара мест для остановки и спецплощадки для пожарной или иной социальной техники. Хозяйственная территория для сбора ТКО имеется одна на все три объекта строительства и находится на территории дома 132 (раньше находилась на территории дома 140, корп. 2). Спортивные площадки отсутствуют на всех трех объектах. Сооружения и прочие постройки (помимо самих многоквартирных домов) в дворовом балансе занимают примерно следующие показатели: дом 132 – 1,8 %; дом 140, корп. 2 – 3,8 %; дом 150 – 0,6 %.

Электронный архив УГЛТУ

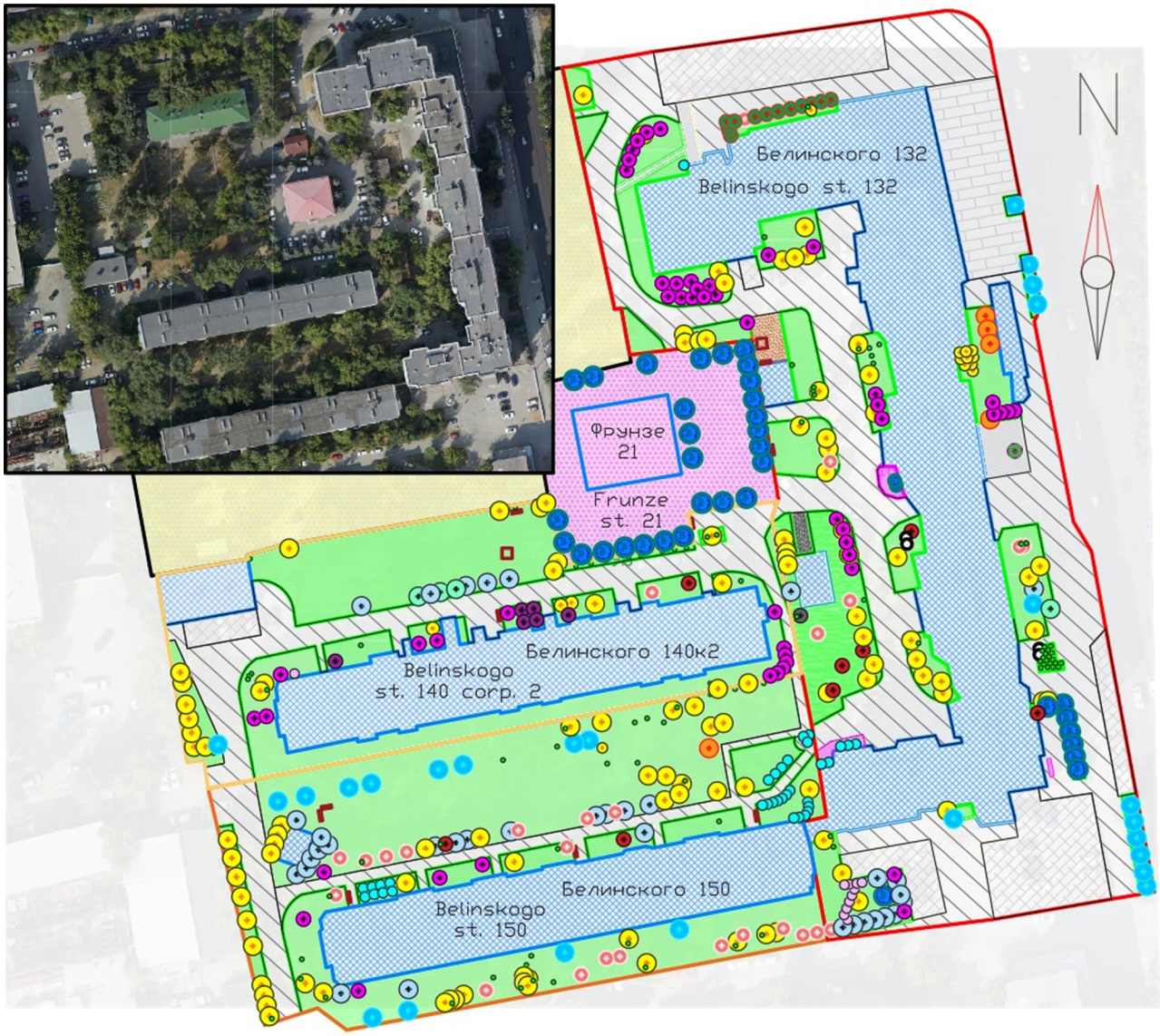


Рис. 6. Баланс дворовых пространств и спутниковый снимок территории исследования сегодня (цветовое обозначение видов совпадает с обозначениями рис. 5)
Fig. 6. Balance of courtyard spaces and satellite image of the research area today (the colour designation of species is the same as in Figure 5)

Выводы

Тип организации дворового пространства комплекса домов, расположенных на пересечении улиц Белинского – Фрунзе, по изученным признакам можно определить как комбинированный (смешанный), включающий в себя элементы дворов строчной и микрорайонной застроек, а также размещенное в центре исследуемой территории нежилое коммерческое строение, занимающее 6 % пространства двора, тем самым выведенное из потенциального использования жителями домов.

Согласно существующей классификации, разработанной А.С. Филатенко, территорию можно отнести к категории *развивающихся ансамблей*, так как она включает в себя дворы, получившие незначительные изменения в связи с появлением новых архитектурных объектов; дворы разнохарактерных пространств, имеющие потенциал к слиянию, и удовлетворительно организованные дворы, имеющие потенциал к развитию (Филатенко, 2012).

Данный тип застройки влияет на организацию озеленения на придомовых территориях таким

Электронный архив УГЛТУ

образом, что вблизи строчной застройки доля озеленения выше, а в микрорайонной меньше в два раза. Полученные результаты позволяют более объективно оценить средний уровень озеленения дворовых пространств г. Екатеринбурга и учитывать их при оценке экологической эффективности, а также при планировании реконструкции и обновления дворового фонда подобных дворов.

Список источников

Информация о многоквартирных домах г. Екатеринбурга : ул. Белинского, 132; ул. Белинского, 140, корп. 2; ул. Белинского, 150 // Дом.минжкх : справочно-информационный портал : [сайт]. URL: https://dom.mingkh.ru/sverdlovskaya-oblast/ekaterinburg/ (дата обращения: 12.11.2024).

Карелина Е. О. Анализ дворовых пространств города Екатеринбурга // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 1698–1698.

Слукин В. М., *Зорина Л. И.* Улицы и площади старого Екатеринбурга. Екатеринбург : Баско, 2005. С. 32–35.

Спутниковый снимок квартальной сетки г. Екатеринбурга по адресам : улица Белинского, 132; 140, корп. 2; 150; улица Фрунзе, 23; 21 // Яндекс карты : справочно-информационный портал : [сайт]. URL: https:// yandex.ru/maps (дата обращения: 22.11.2024).

Старые карты онлайн // ЭтоМесто : справочно-информационный портал : [сайт]. URL: http://www.etomesto.ru/map-ekaterinburg (дата обращения: 12.11.2024).

СП 476.1325800.2020. Территории городских и сельских поселений. Правила планировки, застройки и благоустройства жилых микрорайонов. URL: https:// docs.cntd.ru/document/565322506 (дата обращения: 22.11.2024).

Уличная жизнь – Белинского // 1723. Екатеринбург + Свердловск : справочно-информационный портал : [сайт]. URL: http://www.1723.ru/think/stlife/stlife-46.htm (дата обращения: 22.11.2024).

Филатенко А. С. Модели преобразования дворовых пространств // Архитектон: известия вузов. 2012. № 2 (38). URL: http://archvuz.ru/2012_2/5 (дата обращения: 21.12.2024).

Шипицына О. А., Филатенко А. С. Предметно-пространственный ансамбль: дворы Екатеринбурга : монография. Екатеринбург : Архитектон, 2017. 139 с.

References

Filatenko A. S. Courtyard space transformation models // Architecton : Izvestia Vuzov. 2012. № 2 (38). URL: http://archvuz.ru/2012_2/5 (accessed 21.12.2024).

Information about apartment buildings in Yekaterinburg: 132 Belinskogo St.; 140 corp. 2 Belinskogo St. ; 150 Belinskogo St.. // HOUSE.MinHCS : Reference and information portal : [Website]. URL: https:// dom.mingkh.ru/sverdlovskaya-oblast/ekaterinburg/ (accessed 12.11.2024).

Karelina E. O. Analyzing the courtyard spaces of the city of Yekaterinburg //Modern problems of science and education. 2015. № 1–1. P. 1698–1698. (In Russ.)

Old maps online // EtoMesto : Reference and information portal : [website]. URL: http://www.etomesto.ru/ map-ekaterinburg (accessed 12.11.2024).

Satellite image of the quarter grid of the city. Yekaterinburg, at the addresses: Belinskogo street – house № 132; house № 140, corp. 2; house № 150; Frunze street – house № 23; house № 21 // Yandex maps : Reference and information portal : [website]. URL: https://yandex.ru/maps (accessed 22.11.2024).

Shipitsyna O. A., Filatenko A. S. The subject-spatial ensemble: courtyards of Yekaterinburg : monograph. Yekaterinburg : Architecton, 2017. 139 p.

Slukin V. M., *Zorina L. I.* Streets and squares of old Yekaterinburg. Yekaterinburg, 2005. P. 32–35. (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Street life – Belinskogo // 1723. Yekaterinburg + Sverdlovsk : Reference and information portal : [website]. URL: http://www.1723.ru/think/stlife/stlife-46.htm (accessed 22.11.2024).

SP 476.1325800.2020. Territories of urban and rural settlements. Rules of planning, development and improvement of residential micro-districts. URL: https://docs.cntd.ru/document/565322506 (accessed 22.11.2024).

Информация об авторах

С. А. Фарленков – студент;

Л. И. Аткина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors

S. A. Pharlenkov – student;

L. I. Atkina – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 05.03.2024; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 05.03.2024; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 120–135.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 120–135.

Научная статья
УДК 630.83/674.8
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.013

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНЫХ РАССТОЯНИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Сергей Николаевич Долматов

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева,
Красноярск, Россия
pipinaskus@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9297-3699

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с утилизацией лесосечных отходов, низкокачественной древесины путем вовлечения этих ресурсов в производство топливной щепы. Рассмотрены вопросы производства топливной щепы за рубежом. Определены объемы ресурсов, подлежащих переработке. Проанализированы две альтернативные технологии производства. Первая – на основе стационарного измельчающего оборудования, дислоцированного на нижнем складе. В этом случае на нижний склад доставляется древесное сырье, подлежащее измельчению. Вторая технология основана на применении самоходных рубительных машин, находящихся непосредственно на лесосеке. В этом случае на склад предприятия доставляется готовая щепа. Основной упор в работе сделан на применение либо отечественного оборудования, либо оборудования, выпускаемого в дружественных странах. Определена себестоимость готовой продукции в зависимости от расстояния транспортировки и объема производства. Установлено, что с увеличением расстояния транспортировки свыше 70 км более выгодным становится вариант применения мобильных рубительных машин на лесосеке и доставки щепы автомобилями-щеповозами. Увеличение годового объема переработки от 80 тыс. м^3 и более приводит к существенному снижению уровня себестоимости готовой щепы. Выявлено, что в текущих экономических условиях переработка незначительных объемов (5–10 тыс. м^3) в год фактически невыгодна. Причина – дороговизна оборудования и значительные текущие затраты по его содержанию. Материалы работы могут быть использованы при принятии решений в области переработки древесных ресурсов на топливную щепу, обосновании рациональных расстояний транспортировки, технологии и объемов переработки.

Ключевые слова: топливная щепа, комплексная переработка древесного сырья, древесные отходы, расстояние транспортировки, объем переработки, себестоимость

Для цитирования: Долматов С. Н. Обоснование рациональной технологии производства топливной щепы в условиях реальных расстояний транспортировки сырья и готовой продукции // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 120–135.

© Долматов С. Н., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

JUSTIFICATION OF RATIONAL TECHNOLOGY OF FUEL CHIPS PRODUCTION UNDER CONDITIONS OF REAL DISTANCES OF TRANSPORTATION OF RAW MATERIALS AND FINISHED PRODUCTS

Sergey N. Dolmatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, Russia
pipinaskus@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9297-3699

Abstract. The article considers current issues related to the utilization of logging waste, low-quality wood by involving these resources in the production of fuel chips. The issues of fuel chips production abroad are considered. The volumes of resources to be processed are determined. Two alternative production technologies are analyzed. The first is based on stationary shredding equipment located at the lower warehouse. In this case, wood raw materials to be shredded are delivered to the lower warehouse. The second technology is based on the use of self-propelled chipping machines located directly at the cutting area. In this case, finished chips are delivered to the enterprise's warehouse. The main focus is on the use of either domestic equipment or equipment manufactured in friendly countries. The cost of finished products is determined depending on the transportation distance and production volume. It is established that with an increase in the transportation distance over 70 km, the option of using mobile chipping machines at the cutting area and delivering chips by vehicles – chip trucks becomes more profitable. Increasing the annual processing volume from 80 thousand m^3 and more leads to a significant reduction in the cost of finished chips. It has been revealed that in the current economic conditions, the processing of insignificant volumes (5–10 thousand m^3) per year is actually unprofitable. The reason is the high cost of equipment and significant current costs for its maintenance. The materials of the researches can be used when making decisions in the field of processing wood resources into fuel chips, justifying rational transportation distances and processing volumes.

Keywords: fuel chips, complex processing of wood raw materials, wood waste, transportation distance, processing volume, cost

For citation: Dolmatov S. N. Justification of rational technology of fuel chips production under conditions of real distances of transportation of raw materials and finished products // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 120–135.

Введение

Древесные ресурсы, в том числе низкокачественная древесина и древесные отходы, являются ценными ресурсами и позволяют использовать их для выработки широкой номенклатуры продукции и товаров. Обоснованием выпуска той или иной продукции является наличие производительных сил, соответствующего оборудования, платежеспособного спроса на рынке, соответствующих мер нормативно-правового, административного регулирования, субсидирования или, наоборот, мер, ограничивающих использование товара или технологии, штрафных санкций ограничений и запретов. Условия функционирования лесной промышленности России претерпевают ряд изменений, которые соответствуют как мировым тенденциям и трендам, так и местным особенностям. В основании сферы материального производства находится принятая, освоенная и исторически сложившаяся технология. Львиная доля лесозаготовок в СССР осуществлялась на основе применения так называемой хлыстовой технологии, когда из лесосек древесина транспортировалась в виде хлыстов. Особенностями такой технологии

Электронный архив УГЛТУ

является достаточно высокая степень извлечения полезных ресурсов биомассы, потенциально имеющихся на территории лесосеки. В зависимости от используемой технологии (механизированная или машинная) фактически на лесосеке оставались вершинные части деревьев, части кроны и корневой системы, тонкомерные деревья. Действующие в то время предприятия по заготовке древесной зелени, пневого осмола минимизировали объемы древесной массы, оставляемой на лесосеке.

В общем случае объемы образуемых отходов лесозаготовки зависят от объемов заготовки и вывозки леса. При реализации хлыстовой технологии с раскряжевкой хлыстов на сортименты на нижних складах объемы лесосечных отходов составляли 3–5 % от объема вывозки. Поступление на нижние склады древесины в хлыстах требовало интенсивного развития технологии нижнескладских работ, серийного выпуска и активного применения большегрузных кранов, раскряжевочных и сортировочных линий. Значительная металлоемкость таких производств на тот момент не являлась существенным недостатком. Отходы раскряжевки в виде откомлевок, вершинных частей хлыста, низкокачественной стволовой древесины успешно перерабатывались на топливную и технологическую щепу стандартными цехами на основе установок УПЩ-3, УПЩ-6, УПЩ-12.

Кардинальные изменения в технологии лесосечных работ произошли с началом широкого внедрения так называемой скандинавской технологии сортиментной лесозаготовки. При работе по этой технологии основное действующее оборудование – это харвестер и форвардер. Комплекс машин позволяет получить сортименты прямо на лесосеке. Следовательно, к складам-терминалам, тяготеющим к магистральным транспортным артериям, больше не предъявлялись требования по обязательному наличию обширного кранового хозяйства, раскряжевочных и сортировочных линий. С ликвидацией процесса раскряжевки на нижнем складе исчезли или стали исчезающе малы и ресурсы нижнескладских древесных отходов. Как только это произошло, практически все цеха по производству щепы на базе линий УПЩ были ликвидированы, а оборудование и линии сданы на металлолом. Следует отметить, что даже в лучшие времена цеха УПЩ обычно были планово убыточны. Значительные затраты на выработку щепы были обусловлены факторами высокой сметной стоимости цехов и обслуживающих производств, значительной трудоемкостью и низкой производительностью оборудования. Как только исчез государственный план, программы субсидирования и компенсации затрат, так и цеха УПЩ и само производство щепы также в большинстве случаев было ликвидировано.

К чему привело повсеместное применение скандинавской технологии? Возможность получения качественных деловых сортиментов непосредственно на деляне оставляло как бы необязательным условие выполнения требований комплексной переработки древесного сырья. Вкупе с несовершенством законодательства, недостаточным уровнем контроля на лесосеках стало оставляться, по существу бросаться, не менее 35–40 % потенциальной полезной древесной биомассы.

Цель, задачи и материалы исследования

Цель – обоснование рациональной технологии производства топливной щепы с учетом возможного применения стационарных и мобильных рубительных машин в условиях реальных расстояний транспортировки сырья и готовой продукции. Цели исследования предусматривают решение определенных задач.

1. Анализ опыта производства и потребления топливной щепы за рубежом.

2. Определение себестоимости щепы при различных вариантах технологического процесса производства (стационарный и мобильный).

Материалы исследования основаны на анализе общедоступной информации, описании, сравнении, анализе и синтезе решений, применении математического аппарата, средств визуализации, графиков и таблиц.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время большинство развитых стран пристальное внимание уделяет вопросам расширения сферы и объемов применения биотоплива,

Электронный архив УГЛТУ

в том числе ресурсов, производимых из древесины и древесных отходов. Страны Евросоюза производят большие объемы самых разнообразных лесоматериалов, являются основным участником международной торговли, имеют очень высокий уровень потребления. В 2016 г. на энергию из твердой биомассы (в основном древесины) приходилось около 7,5 % валового конечного потребления энергии в ЕС и около 44 % общего потребления возобновляемой энергии. На долю жилого сектора приходилось около 40 % потребления энергии из древесной биомассы, промышленности (особенно целлюлозно-бумажной) – около 31 %, а на крупные объекты энергетики и теплоснабжения – около 29 %. Рынок потребления щепы за рубежом интенсивно растет. Расходы на импорт топливной древесины в 2023 г. в ЕС превысили 1,8 млрд долл. Две основные категории топливной древесины, импортируемой Европой, – это древесные пеллеты и щепа. В настоящее время рынок пеллет испытывает серьезные колебания (особенно в период 2022–2023 гг.), связанные с нестабильной ситуацией с поставщиками и с ограничениями на поставку пеллет из Белоруссии и России (Markets for Wood Chips, 2024). Производители пеллет из России активно ищут новые рынки сбыта продукции, в том числе на рынках Азии (Корея и Япония) (Долматов, Гуляева, 2024).

Помимо высоких цен на углеводородные виды топлива, серьезным по значимости фактором, способствующим увеличению объемов потребления биомассы для производства электроэнергии и тепла, стали целевые показатели по возобновляемым источникам энергии, принятые каждым государством – членом ЕС в соответствии с Директивой по возобновляемым источникам энергии 2009 г. (Kaldellis, 2022), которая устанавливает общую цель в размере 20 % энергобаланса ЕС за счет возобновляемых источников к 2020 г. Жесткость мер и политики после 2020 г. все еще обсуждаются в институтах ЕС, но более высокие целевые показатели ЕС в области возобновляемых источников энергии и возможное смягчение правил, касающихся выбросов в результате землепользования, изменений в землепользовании и лесном хозяйстве, по-видимому, создадут больше стимулов для роста объемов использования биомассы, особенно для производства тепла, где конкурирующие технологии возобновляемых источников энергии развиты не так хорошо.

Рассмотрим некоторые страны ЕС, которые придерживаются политики устойчивого и неистощительного лесопользования и для которых характерно использование всей древесной биомассы. В 2016 г. Дания производила 10 % своей электроэнергии и 31 % тепловой энергии из твердой древесной биомассы, которая сегодня все чаще заменяет уголь и газ в разветвленной сети теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) страны и системах централизованного теплоснабжения. Древесные гранулы и щепа являются основным сырьем для крупных заводов, используются в частных котельных, системах централизованного теплоснабжения, ТЭЦ и на электростанциях. Однако в последние годы некоторые заводы перешли на пеллеты. Большая часть древесного топлива в виде щепы и древесных отходов поступает из внутренних источников страны, но пеллеты в основном импортируются. В 2016 г. Дания была вторым по величине импортером в ЕС после Великобритании. Государственная поддержка активного потребления возобновляемых источников энергии, включая биомассу, осуществляется главным образом в форме льготных тарифов и льгот по налогам на энергию и выбросы, которые очень высоки по сравнению с таковыми в других странах. Добровольные критерии устойчивости были введены промышленностью стран ЕС, производящей биомассу, в 2015 г. Они включают требования к легальной и устойчивой лесной продукции, стандарты направлены на то, чтобы избежать использования топлива и сырья, которое негативно влияет на количество и качество лесных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Германия потребляет самое большое количество тепла из биомассы в ЕС и вырабатывает второе по величине количество электроэнергии. Однако в пропорциональном выражении биомасса менее значима, чем во многих других странах отчасти из-за наличия мощностей по генерации других возобновляемых источников энергии (ветер, солнце). Страна является крупным производителем

Электронный архив УГЛТУ

круглого леса и древесного топлива. Большая часть древесных отходов и порубочных остатков используется для производства энергии и потребляется на ТЭЦ. Древесная биомасса также используется в системах отопления домашних хозяйств и коммерческих зданий, где сырьем в основном является древесное топливо (топливные гранулы, брикеты). Германия также – крупнейший в ЕС производитель древесных гранул в основном для внутреннего использования. Программы Klimaschutzprogramm 2030 и Energiewende, действующие в Германии на протяжении многих лет, оказывают широкую поддержку развитию возобновляемых источников энергии: для производства древесной биомассы это включает льготные тарифы и аукционы на электроэнергию, поддержку ТЭЦ и гранты на системы отопления на биомассе.

В Австрии насчитывается 459 тепловых электростанций на биомассе и около 101 ТЭЦ на биомассе. Средняя мощность, основанная на энергосодержании используемого топлива, составляет 2,95 МВт на котельных на биомассе, на ТЭЦ – 21,03 МВт. Обычно ТЭЦ на биомассе устанавливаются вблизи лесозаготовительных компаний (большая потребность в тепле и большое количество отходов) или сетей централизованного теплоснабжения (большая потребность в тепле). В Австрии 25,2 млн м^3 древесины перерабатывается в год деревообрабатывающей промышленностью, установками для обогрева на биомассе, ТЭЦ и индивидуальными маломасштабными системами отопления. Современное определение «древесная щепа», широко используемое в документах, программах развития и декларациях, в современных реалиях включает не только собственно щепу, но и биомассу в виде промышленных древесных отходов или побочных продуктов лесопиления, коры, древесной стружки, дров, гранул, брикетов и щелока (остатки от производства бумаги), т. е. всех ресурсов, которые используются для производства энергии. В правовом поле Евросоюза вопросы утилизации отходов находятся в плоскости интересов не только конкретного производителя, но и общества и государства в целом, а также активно стимулируется на различных уровнях грантовой поддержкой, льготным налогообложением, субсидированием, мерами протекционизма (The U.S. forest…, 2005; The Challenge…, 2017; Can nature…, 2020). Переработка вторичных ресурсов и отходов является значимым, обсуждаемым обществом явлением.

Относительно лесных ресурсов, которыми располагает Россия, потенциально пригодных для производства топливной щепы, следует заметить, что они огромны. Наряду с собственно отходами лесозаготовки и деревопереработки, к таковым ресурсам следует отнести погибшие в результате пожаров или лесных вредителей древостои. В 2021 г. зафиксирована пройденная огнем лесная площадь более 1 млн га в Саха (Якутия) (Оценка горимости лесов…, 2024). Погибшие лесные массивы интенсивно заселяются вредителями леса и начинают представлять еще большую пожарную опасность (Долматов и др., 2024). Потенциально все эти лесные массивы можно и нужно перерабатывать. К сожалению, вопросы переработки этих ресурсов не только не являются предметом пристального внимания профильных ведомств, но даже общественные организации и движения обходят эту тему стороной.

Современное состояние технологии переработки лесосечных отходов на щепу позволяет организовать производство по двум принципиальным схемам. Согласно первой схеме, производится сбор отходов в местах их образования (на лесосеках, лесных складах), погрузка и транспортировка на центральный пункт переработки, тяготеющий к магистральным видам транспорта или находящийся непосредственно во дворе конечного потребителя. Вторая схема предусматривает переработку отходов на щепу непосредственно на месте их образования. При этом применяются мобильные рубительные или окорочно-рубительные машины. А доставка конечной продукции осуществляется большегрузными автомобилями – щеповозами. Большинство современных предприятий работает по второй схеме.

Заготовка и вывозка лесосечных отходов как самостоятельный технологический процесс должны предусматривать подбор и окучивание рассредоточенных на лесосеке отходов, подготовку их

Электронный архив УГЛТУ

в транспортабельное состояние, сбор подготовленных отходов и доставку их на погрузочную площадку или к лесовозному усу. Процесс вывозки отходов из лесосеки на нижний склад включает в себя погрузку доставленных отходов на лесовозный транспорт общего или специального назначения, транспортировку и разгрузку отходов на сырьевой площадке нижнего склада.

В условиях освоенных лесосек применение рубительных передвижных установок возможно по трем принципиальным технологическим схемам.

1. Передвижная рубительная установка, перемещаясь непосредственно по лесосеке, производит самоподбор имеющихся отходов и переработку их на щепу с одновременным сбором ее в накопительную емкость.

2. Передвижная рубительная установка перемещается по трелевочному волоку и осуществляет переработку на щепу заранее собранных и окученных возле волока лесосечных отходов.

3. Передвижная рубительная установка находится на погрузочной площадке (или в определенном месте лесовозного уса) и производит выработку щепы из лесосечных отходов, заготовка которых на лесосеке и подвозка на погрузочную площадку осуществляется по специальной технологии и отдельно от лесозаготовительных работ (вслед за их проведением или позднее).

Практическая реализация этих схем определяется в основном конструктивной компоновкой передвижных установок, которые должны включать как минимум энергосиловую установку, рубительный узел и накопительную емкость для сбора вырабатываемой щепы. Для работы в условиях лесосеки рубительная передвижная установка может быть представлена в двух вариантах исполнения:

– рубительная машина размещается на базовом самоходном шасси, например на тракторе, а в сцепке с ним прицеп-щеповоз или прицеп с контейнерами для сбора вырабатываемой щепы;

– рубительная машина находится в сцепке с самоходным шасси, а на нем размещается емкость (кузов или контейнеры) для сбора щепы.

Оба варианта рубительной передвижной установки представляют собой поезд, состоящий из двух машин: трактор – прицеп или трактор – прицепная рубительная машина. Естественно, что из-за захламленности и неудовлетворительных почвенно-грунтовых условий на освоенных лесосечных массивах мобильность такого поезда будет крайне затруднена, а в большинстве случаев невозможна. Более того, перемещение такого поезда по освоенной лесосеке неприемлемо по лесохозяйственным требованиям, так как при этом не обеспечивается сохранность почвенного покрова и подроста. Поэтому технологическая схема передвижной установки в режиме самоподбора отходов на лесосеке и одновременной переработки их на щепу, хотя и требует минимум машин, достаточно труднореализуема. Работа передвижной установки на трелевочном волоке и на погрузочной площадке или лесовозном усе более предпочтительна для использования в существующей практике лесопользования.

Конструкции рубительных передвижных установок для работы в условиях нижнего склада и освоенной лесосеки могут иметь различное исполнение. Однако для сопоставимости рассматриваемых вариантов переработки отходов лесозаготовок в расчетах должны быть приняты равнозначные условия: один режим работы (одинаковая сменность и число дней работы в году), одинаковая техническая производительность, равные или близкие значения затрат по содержанию и эксплуатации установок, а также один тип грузотранспортных средств для подбора и вывозки вырабатываемой щепы. Соблюдение этих условий позволит выявить технико-экономические показатели не самих применяемых установок, а технологических вариантов их применения. Лесозаготовительная отрасль пока не располагает отечественной универсальной моделью передвижной установки, которую можно было бы применять как на нижнем складе, так и на лесосеке.

В настоящее время отходы, образующиеся на нижних складах и на лесосеках, рассматриваются раздельно, поскольку образуются они на различных фазах производства, имеют различную степень концентрации и неодинаковую размерно-качественную характеристику. Поэтому и освоение этих двух видов отходов обычно предусматривают на основе двух раздельных технологических

Электронный архив УГЛТУ

процессов: один на нижнем складе, другой на лесосеке. Для освоения отходов, образующихся на нижних складах, предлагается использовать стационарное оборудование, а для переработки лесосечных отходов – передвижные установки. Область применения стационарного оборудования (например, традиционных цехов серии УПЩ-6, которые были широко представлены в СССР) в настоящее время определена достаточно обоснованно – нижние склады с грузооборотом свыше 150 тыс. м^3. Отходы же, образующиеся на нижних складах с меньшим грузооборотом, расцениваются как рассредоточенные, т. е. требующие для их освоения больших затрат по сбору и доставке на центральные пункты переработки. Такая же оценка распространяется и на лесосечные отходы. Исходя из этой общей оценки, все отходы, образующиеся на нижнем складе и в лесу, следует рассматривать как единые ресурсы сырья. И технология освоения их должна быть одна, с применением одного вида оборудования, с общей организацией работ по переработке отходов на щепу и реализацией ее потребителю. Этим условиям более отвечает технология применения рубительных передвижных установок, которая позволяет с наибольшей эффективностью освоить не только нижнескладские, но и лесосечные отходы. Технология заготовки последних может быть такой же, как и в варианте применения передвижной рубительной установки на лесосеке.

В условиях лесосеки работа рубительной передвижной установки определяется следующими факторами:

– наличием окученного или подвезенного сырья в месте работы или стоянки передвижной установки;

– расстоянием вывозки щепы;

– сезонностью работы.

Рассматривая преимущества работы передвижной установки на нижнем складе по сравнению с работой ее в условиях лесосеки, следует также учитывать факторы надежности работы систем машин, применяемых в обоих вариантах. В условиях нижнего склада режим работы установки определяется в основном лишь наличием транспортных щепосборочных единиц (щеповозов или полуприцепов), причем объем грузовой работы их значительно меньше по сравнению с объемом работы в условиях лесосеки. Следовательно, надежность и бесперебойность работы передвижной установки на нижнем складе обеспечивается лучше, чем на лесосеке. Таким образом, на первый взгляд, применение рубительных передвижных установок более оправдано на нижних складах. Технология их работы должна предусматривать, во-первых, переработку нижнескладских отходов и, во-вторых, переработку лесосечных отходов, заготовка и доставка которых должна осуществляться независимо от основного лесозаготовительного процесса и режима работы передвижной установки на нижнем складе.

Однако для того чтобы измельчать древесные ресурсы в условиях нижнего склада, требуется либо строительство стационарных цехов, что весьма затруднительно из-за дороговизны стационарного оборудования, отсутствия строительной базы, соответствующих кадров, либо установка передвижных машин, что дешевле. Но в том и другом случае требуется доставка древесины, подлежащей измельчению, на нижний склад. Для доставки таких ресурсов преимущественно применяется автотранспорт. По данным Р. Н. Ковалева и др. (2022), автомобильный транспорт остается самым выгодным видом транспорта при условии протяженности пути до 500 км. Анализ производственной деятельности лесозаготовительных предприятий Красноярского края позволяет сделать вывод о значительных (от 100 до 250 км) расстояниях транспортировки лесоматериалов автотранспортом. Это связано с общим истощением лесосырьевых баз из-за их интенсивного освоения, пожаров, поражений вредителями леса.

Производительность автомобилей при прочих равных условиях (марка и модель, расстояние транспортировки груза, средние скорости движения и дорожные условия), с одной стороны, определяется их грузоподъемностью, с другой – грузовой вместимостью. Транспортные показатели перевозимого груза определяют режим перевозки, перегрузки и хранения, объемно-массовые показатели, а также требования к техническим средствам при выполнении грузовых операций. Проектирование

Электронный архив УГЛТУ

автотранспорта ведется исходя из средних массогабаритных показателей перевозимых грузов. Практически все виды лесоматериалов (за исключением штучной и плитной продукции), как и уголь, руда, гравий, щебень, относят к навалочным грузам. Во многом за основополагающий показатель, определяющий грузовую вместимость автотранспорта, можно принимать плотность транспортируемых материалов. Показатели объемной плотности грузов варьируются в диапазонах от 800–1100 кг/м^3 (шлак, земля) до 1800–2200 кг/м^3 (глина, камень). Лесные материалы в виде бревен занимают промежуточное положение с показателями плотности 900–1200 кг/м^3.

При перевозке древесины в виде щепы, а также при транспорте лесосечных отходов показатели плотности существенно ниже. В работе Е. А. Леонова и др. (2008) проводилось экспериментальное исследование показателей полнодревесности отходов лесозаготовок. Установлено, что величина показателя зависит от породы, способа укладки и уплотнения, находится в диапазоне 56–100 кг/м^3. То есть это минимум в три раза меньше, чем насыпная плотность щепы (300–340 кг/м^3) и до 10 раз меньше плотности стволовой древесины.

Серьезные отличия плотности материалов требуют разработки и применения специализированных видов транспорта. Применительно к щепе вопрос транспортировки решается за счет использования автопоездов с полуприцепами-щеповозами существенной (до 60 м^3) грузовой вместимости. Применение таких щеповозов позволяет перевозить до 30 т полезного груза, что полностью соответствует тягово-динамическим показателям большинства тягачей и величинам допустимых осевых нагрузок лесовозных дорог. Транспортировка же лесосечных отходов из-за их чрезвычайно низкой плотности является малоэффективной, поскольку грузовместимость автомобиля будет использована полностью, а грузоподъемность – не более чем на 25–30 %. Кардинальное увеличение объема грузового пространства невозможно по соображениям максимально допустимых габаритных размеров транспортного средства, его маневренности.

Работы по повышению полнодревесности лесосечных отходов ведутся преимущественно в направлении разработки машин по их уплотнению (Технологии производства…, 2021). Для решения задачи сбора и пакетирования лесосечных отходов с возможностью формирования удобных полнодревесных транспортных пакетов за рубежом разработаны так называемые харвестеры древесной биомассы. Это машины серии JD 1490D, FiberPac 370B, Valmet WoodPac, Flexus Balasystem AB (Матросов, Быковский, 2014). Оборудование пока не получило широкого распространения. Причина этого – высокая цена как самого оборудования, так и стоимости его содержания. В РФ подобные машины не выпускаются и не применяются.

Общая ситуация, связанная с санкционным давлением на экономику России и лесной сектор в частности, заставляет ориентироваться на оборудование, выпускаемое на территории РФ и дружественных стран. Прежде всего это линейка техники Амкодор, выпускаемая в Белоруссии. В работе А. В. Ледницкого (2013) проводилось обоснование эффективного комплекта машин, предназначенного для измельчения низкокачественной древесины, отходов лесозаготовок на топливную щепу. Установлено, что для этого могут эффективно применяться как мобильные, так и стационарные рубильные машины с дисковым и барабанным механизмом резания. Окончательное решение о формировании и приобретении той или иной системы машин должно приниматься с учетом конкретных природно-производственных условий исходя из разработки соответствующего технико-экономического обоснования.

Рассмотрим два варианта (стационарный и мобильный) переработки лесосечных отходов, низкокачественной и тонкомерной древесины на топливную щепу. Принимаем условие полной лесосводки насаждения (например, условия разработки лесосек с погибшими древостоями (пожары, деятельность вредителей леса)). При работе со стационарном размещением рубительных машин на нижнем складе принятая технология работ выглядит следующим образом. Вальщик бензопилой производит валку деревьев на пасеке. Затем на пасеке бензопилами осуществляется обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты (балансовое долготье). Форвардер Амкодор 2661 выполняет захват

Электронный архив УГЛТУ

сортиментов манипулятором, набор пачки и трелевку на погрузочный пункт. Также форвардер захватывает и перевозит на погрузочную площадку лесосечные отходы. Для перевозки балансового долготья и лесосечных отходов используется автопоезд в составе тягача КамАЗ 53228 и прицепа. Тягач оснащен гидроманипулятором с клещевым захватом. Для перевозки лесосечных отходов коники прицепа расширены и обшиты металлической сеткой, исключающей выпадение лесосечных отходов на дорогу. Водитель лесовозного автопоезда загружает КамАЗ 53228 балансовым долготьем, а прицеп грузит лесосечными отходами, уплотняя отходы путем прижима клещевым захватом. Такой способ погрузки позволит достигнуть грузовместимости до 12–15 м^3 и получить общую полнодревесность перевозимого груза (сортименты плюс лесосечные отходы), учитывая условие грузоподъемности шасси тягача и прицепа 12…15/30 = 0,4…0,5. Приехав на нижний склад, водитель тягача разгружает сортименты в штабель, а отходы – в кучу хранения. Для обеспечения работы и загрузки сырьем стационарно расположенного участка измельчения древесного сырья используется колесный лесоштабелер Амкодор 352 с клещевым захватом. Амкодор 352 клещевым захватом захватывает из штабеля пачку балансового долготья и погружает пачку в питатель-разобщитель ЛТ-79. Питатель поштучно выдает бревна на лесотранспортер, который подает сырье на стационарную рубительную машину МРГ-30, где лесоматериалы перерабатываются на щепу. Лесосечные отходы подаются совместными усилиями лесоштабелера Амкодор 352, а также вручную рабочими. Полученная щепа перемещается пневмотранспортом на склад кучевого хранения.

Мобильный вариант. Вальщик бензопилой производит валку деревьев на пасеке. Затем на пасеке бензопилами производится обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты (балансовое долготье). Форвардер Амкодор 2661 производит захват сортиментов манипулятором, набор пачки и трелевку на погрузочный пункт. Также форвардер захватывает и перевозит на погрузочную площадку лесосечные отходы. На погрузочной площадке установлена мобильная рубительная машина Амкодор 2904. Самоходная рубительная машина имеет существенные преимущества по сравнению с прицепной, поэтому мы будем ориентироваться на современные достижения промышленности в области оборудования для измельчения древесного сырья (Федоренчик, 2014). Оператор Амкодор 2904 манипулятором поштучно захватывает сырье, перемещая его в загрузочный патрон рубительной машины. Сырье измельчается, щепа выбрасывается в кучу хранения. Для перевозки щепы на нижний склад используются автопоезд из тягача МАЗ 552935 и прицепа. Для загрузки щепы применяется погрузчик Амкодор 352 с ковшом. Щеповозами щепа отгружается потребителю. Принятый объем работ первого и второго вариантов – 250 тыс. м^3 в год, 250 рабочих дней в году, режим работы односменный.

В таблице представлены результаты расчета себестоимости щепы по вариантам (для расстояния транспортировки 80 км).

Зависимость себестоимости щепы от расстояния транспортировки показана в виде графиков и линий тренда на рис. 1.

На рис. 2 показан график себестоимости щепы в зависимости от объема переработки древесины. Расчетные данные приняты для расстояния транспортировки 70 км и варьировании объема переработки от 5 до 200 тыс. м^3.

Из графиков прослеживается линейный рост себестоимости при увеличении расстояния транспортировки сырья либо готовой щепы. При расстояниях транспортировки до 70 км более выгодным является вариант переработки древесины стационарными комплексами, а при увеличении расстояния свыше 70 км – вариант применения мобильных рубительных машин. Выбор варианта зависит от таких факторов, как расстояние вывозки и годовой объем работ.

Полученные расчетные данные достаточно близки к показателям экономической оценки эффективности производства топливной щепы из дровяной древесины и отходов лесозаготовок из работы А. В. Ледницкого (2013). Автором были получены величины от 11,5 до 15,8 евро за 1 м^3, что в ценах 2025 г. составляет 1207–1660 руб. м^3.

Электронный архив УГЛТУ

Расчет себестоимости щепы
Calculation of the cost price of wood chips

Статьи затрат Cost items	Затраты по вариантам			
	Стационарный Costs by Options		Мобильный Mobile	
	На 1 м³ щепы, руб. Per 1 m³ of wood chips, RUB.	Сумма, тыс. руб. Amount, thousand rubles.	На 1 м³ щепы, руб. Per 1 m³ of wood chips, RUB.	Сумма, тыс. руб. Amount, thousand rubles.
Плата за древесину на корню Payment for standing timber	35,00	25 000,00	35,00	25 000,00
Расходы на оплату труда Labor expenses	563,08	402 201,81	515,05	367 895,84
Отчисления на соц. нужды и страхование Social security and insurance contributions	186,38	133 128,80	170,48	121 773,52
Топливо и смазочные материалы Fuel and lubricants	316,51	226 081,70	356,73	254 803,60
Вспомогательные и быстроизнашиваемые материалы Auxiliary and quickly wearing materials	11,55	8 252,23	49,04	12 260,64
Расходы на спецодежду и СИЗ Workwear and PPE expenses	2,45	1 747,13	2,32	1 657,56
Амортизация ОПФ Depreciation of fixed assets	209,44	149 600,26	209,86	149 900,31
Цеховые расходы Shop expenses	9,19	6 562,49	0,00	0,00
Электроэнергия Electricity	4,26	3 043,95	0,00	0,00
Техническое обслуживание и ремонт Maintenance and repair	46,87	33 479,34	45,28	32 340,43
Прочие расходы (5 %) Other expenses (5 %)	66,81	47 724,56	65,84	47 031,59
Итого себестоимость щепы Total cost of chips	1451,55	1 036 822,26	1417,73	1 012 663,49

По графику рис. 1 эти величины примерно соответствуют расстоянию транспортировки 60–100 км.

Расчетные данные автор работы (Ледницкий, 2013) получал для условий Белоруссии. В качестве выводов указывалось, что организовывать производство топливной щепы выгодно при годовом объеме производства не менее 7 тыс. пл. м³. Леса Белоруссии относительно неплохо насыщены дорогами. В России же с дорогами лесного фонда ситуация не выдерживает никакой критики. Плотность лесных дорог в Российской Федерации и Красноярском крае составляет в среднем 1,46 и 1,2 км/тыс. га лесной площади соответственно (Долматов, Макунина, 2023), что в несколько раз меньше, чем показатели ведущих стран, в которых лесозаготовительная и лесоперерабатывающая промышленность является весомой частью экономики. Неразвитая сеть дорог в России отрицательно влияет на себестоимость готовой продукции, сырья и полуфабрикатов, делает нерентабельным переработку вторичных ресурсов и низкокачественной древесины.

Текущую ситуацию на рынке топливной и технологической щепы, например Красноярского края, нельзя назвать нормальной. Характерной особенностью лесозаготовительного процесса в Сибири, и в частности в Красноярском крае, является ориентация на заготовку качественной стволовой древесины преимущественно хвойных пород.

Электронный архив УГЛТУ

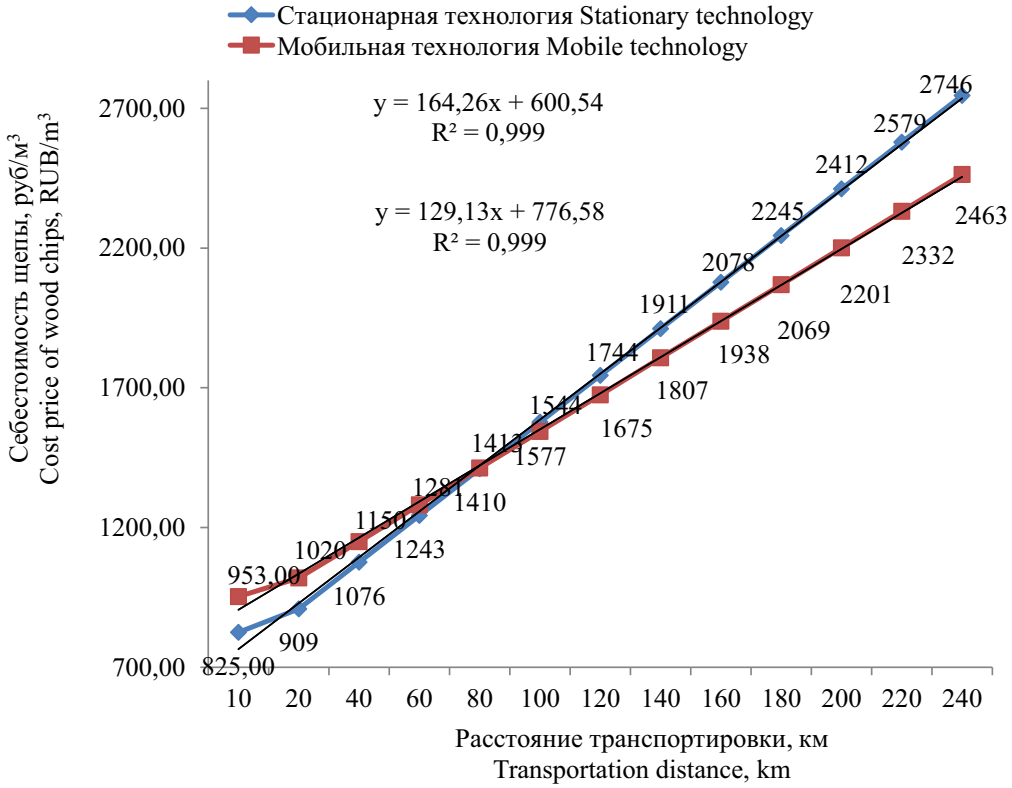


Рис. 1. Зависимость себестоимости щепы от расстояния транспортировки
Fig. 1. Dependence of the cost price of chips on the transportation distance

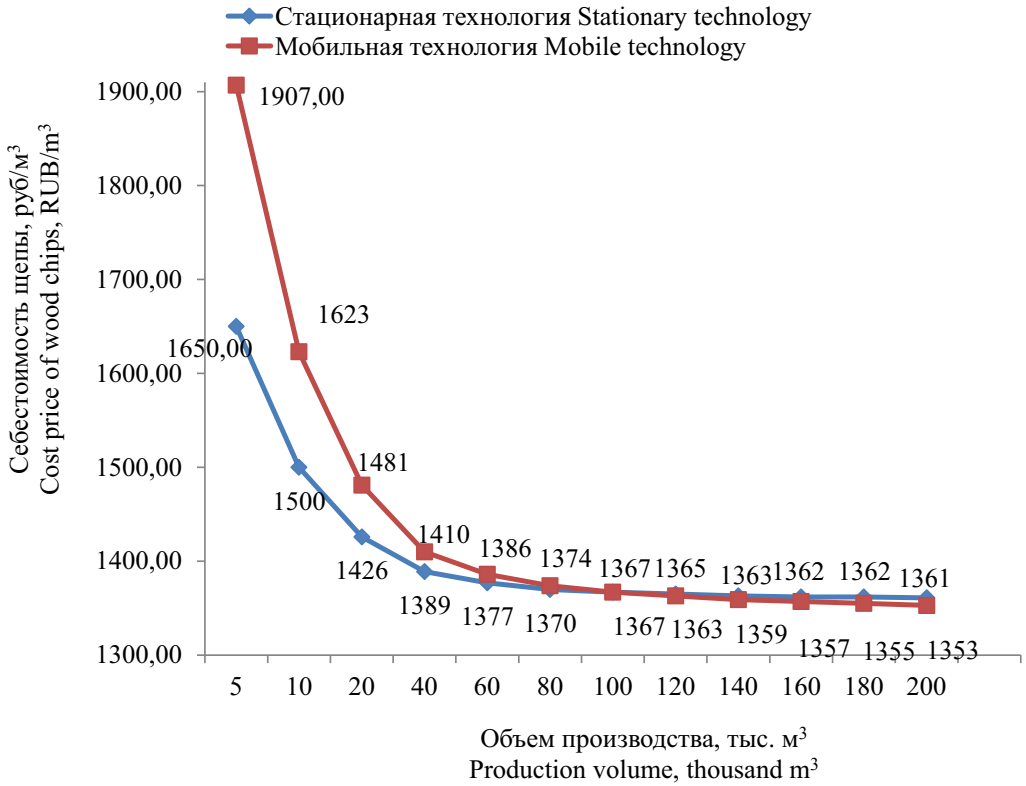


Рис. 2. Зависимость себестоимости щепы от объема производства
Fig. 2. Dependence of the cost price of chips on the volume of production

Электронный архив УГЛТУ

Однако, помимо стволовой древесины, в процессе заготовки и первичной переработки древесины образуются существенные объемы отходов (в масштабах страны это не менее 68–76 млн м^3 древесных отходов и вторичного сырья (Макунина, Долматов, 2023; Пряничникова и др., 2022). Самый простой путь их утилизации – это сжигание или захоронение. Однако 14 июля 2022 г. был принят Федеральный закон (238-ФЗ), согласно требованиям которого вторичные ресурсы нельзя захоронять на полигонах, а следует пускать в промышленную переработку. И хотя действие этого закона начинается только с января 2030 г., но уже сейчас большинство предприятий, занятых заготовкой и переработкой лесоматериалов, озадачены вопросом вовлечения в переработку вторичных древесных ресурсов. Красноярский край, не имеющий своего ЦБК или крупных плитных производств, вынужден транспортировать щепу в Иркутскую область для переработки на Братском и Усть-Илимских ЦБК и ЦКК. При этом расстояния перевозки, в том числе автотранспортом, достигают 250–300 км. В этих условиях говорить о рентабельности или получении прибыли достаточно сложно, производители щепы работают практически с нулевой рентабельностью.

Помимо чисто экономических проблем, связанных с недостаточным вовлечением в промышленный оборот и энергетику древесного сырья, существуют серьезные негативные экологические последствия, связанные с использованием нефтяной и угольной теплоэлектрогенерации. В Сибири сосредоточено более половины всех запасов леса России. Казалось бы, логичным шагом по примеру стран Евросоюза будет направление активного вовлечения древесных ресурсов для тепловой генерации, потребность в которой огромна. Однако, если обратиться к данным статистики ЕМИСС (ЕМИСС, 2025) (рис. 3) по объемам потребления ресурсов для электростанций и котельных, окажется, что Сибирь практически не газифицирована и огромный в 65,9 млн т ежегодный расход угля образует рекордные объемы выбросов вредных веществ в атмосферу, практически перманентный режим «черного неба». Например, в 2023 г. в Красноярске режим неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) объявляли десять раз, а общее число дней под «черным небом» составило 37 (Красноярцы…, 2025), что превышает 10 % календарного года.

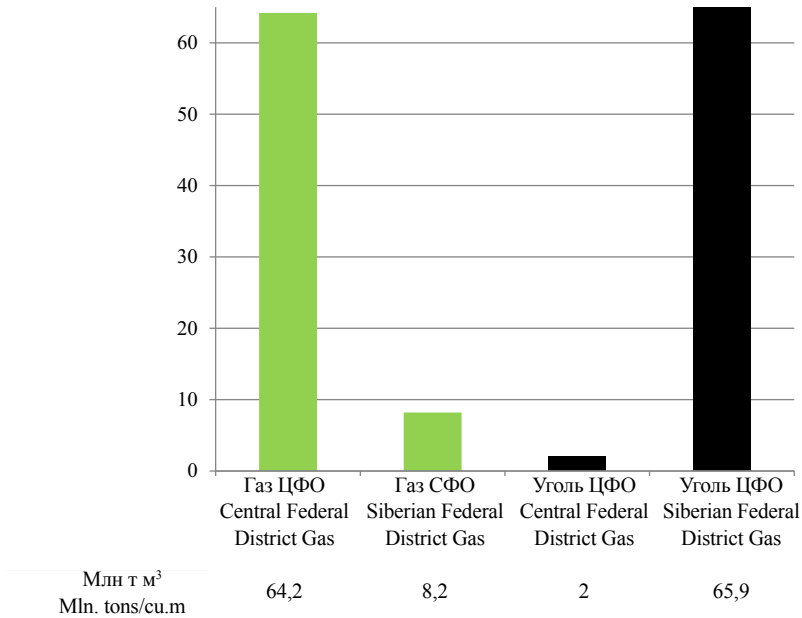


Рис. 3. Расход топлива для электростанций и котельных для Центрального (ЦФО) и Сибирского федеральных (СФО) округов (данные за 2023 г.)
Fig. 3. Fuel consumption for power plants and boiler houses for the Central (CFD) and Siberian Federal Districts (SFD) (data for 2023)

Электронный архив УГЛТУ

Исходя из данных по потреблению углеводородов на нужды электро- и тепловой генерации, видим, что при наличии соответствующей политической воли, общественного экологического надзора, производственно-технологического обеспечения эти 65,9 млн т угля могут полностью или частично быть замещены древесным биотопливом. В СФО уголь продолжает оставаться основным источником тепла для котельных, что негативно сказывается на экологической ситуации в регионе. Более половины населения округа проживает в зонах с высоким уровнем загрязнения воздуха, особенно в крупных городах, таких как Красноярск, Томск, Новосибирск, Омск, Кемерово и др. (Золотарев, 2005). Обосновано (Биоэнергетическая база…, 2023; Мехренцев, Корж, 2019), что при строительстве объектов тепловой генерации на древесном топливе даже в регионе, где имеется магистральный газ (Урал), обеспечивается достаточная рентабельность технологии. Что говорить о регионах, где избыток лесных ресурсов (Иркутская область, Красноярский край), но магистрального газа нет и не предвидится? В этих условиях переход на древесное биотопливо более чем очевиден.

Выводы

1. В рамках комплексного использования древесины технология переработки древесных отходов мобильными рубительными машинами и вывоз однородных материалов в виде щепы – это универсальный способ решения проблем утилизации отходов.

2. При переработке древесины в комплексе, в том числе стволовой низкокачественной, балансового долготья, возникает проблема обоснованного выбора экономически эффективного технологического решения. Рассматривая стартовые условия двух конкурирующих вариантов, мы приходим к заключению, что в каких-то условиях будет выигрышным вариант переработки древесины мобильными комплексами, а в других – вариант стационарной технологии, подразумевающей доставку лесовозами балансового долготья до места стационарной переработки, как правило, это нижний склад.

3. Выбор варианта зависит от таких факторов, как расстояние вывозки и годовой объем работ. Устойчивой тенденцией является то, что с увеличением расстояния транспортировки свыше 70 км более выгодным становится вариант применения мобильных рубительных машин на лесосеке и доставки щепы автомобилями-щеповозами. Увеличение годового объема переработки от 80 тыс. м^3 и более приводит к существенному снижению уровня себестоимости готовой щепы.

4. Перерабатывать древесное сырье на щепу в небольших объемах (5–10 тыс. м^3 в год) фактически невыгодно. Причина этого – дороговизна оборудования и значительные текущие затраты по его содержанию.

5. Решение вопроса о возможности вовлечения в производство низкокачественной древесины и древесных отходов следует вести в тесной взаимосвязи нескольких нарративов. Прежде всего это экономика производства, вопросы себестоимости и конкурирующих вариантов утилизации. В тесном контакте с экономикой потребления ресурсов находится экология среды обитания человека, принципы и тренды биоэнергетики и комплексной переработки ресурсов. К третьей, но не менее важной, степени следует отнести сохранение и приумножение объектов биосферы и лесов в частности. Нерациональное лесопользование приводит к росту числа лесных пожаров, поражению лесов вредителями.

Список источников

Биоэнергетическая база сельских территорий в контексте стратегии развития лесного комплекса (на примере Свердловской области) / *А. В. Мехренцев*, *А. А. Добрачев*, *А. Ф. Уразова*, *Г. В. Кашников* // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 1(84). С. 81–87. DOI: 10.51318/FRET.2023.47.14.009

Долматов С. Н., *Колесников П. Г.*, *Пережилин А. И.* Освоение низкокачественной поврежденной древесины и древесных отходов в Красноярском крае // Сибирский лесной журнал. 2024. № 6. С. 88–100. DOI: 10.15372/SJFS20240611

Электронный архив УГЛТУ

Долматов С. Н., *Гуляева К. А.* Перспективы экспорта древесных пеллет из России в Японию и Южную Корею в условиях международных санкций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 9. С. 447–453. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-9-447-448

Долматов С. Н., *Макунина Я. С.* Плотность сети лесных дорог как фактор устойчивого лесопользования на примере лесов Красноярского края // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2023. № 3 (59). С. 87–97. DOI: 10.25686/2306-2827.2023.3.87

ЕМИСС. Расход условного топлива на электростанции и котельные, по видам топлива // ЕМИСС. Государственная статистика : [сайт]. URL: https://fedstat.ru/indicator/62004 (дата обращения: 25.02.2025).

Золотарев И. И. Экологические проблемы Сибирского федерального округа // Гео-Сибирь. 2005. Т. 1, № 2. С. 42–48.

Ковалев Р. Н., *Долматов С. Н.*, *Колесников П. Г.* Экономическое обоснование вида транспорта при логистике лесоматериалов // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 1 (53). С. 129–137. DOI: 10.18324/2077-5415-2022-1-129-137

Красноярцы провели еще одну зиму под «черным небом»: число дней в режиме НМУ удвоилось за четыре года // Babr24.com : [сайт]. URL:https://babr24.com/?lDE=257086 (дата обращения: 20.02.2025).

Ледницкий А. В. Сравнительный анализ систем машин для производства топливной щепы // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2013. № 1. С. 94–98.

Леонов Е. А., *Федоренчик А. С.*, *Ледницкий А. В.* Определение коэффициентов полнодревесности отходов лесозаготовок // Труды Белорусского государственного технологического университета. Сер. 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2008. № 2. С. 57–60.

Макунина Я. С., *Долматов С. Н.* Потенциальные и реальные объемы ресурсов СФО для производства древесно-минеральных композитов // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Красноярск, 24 марта 2023 года / Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2023. С. 159–167.

Матросов А. В., *Быковский М. А.* Современные машины и оборудование для пакетирования лесосечных отходов и тонкомерной древесины // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2014. Т. 18, № 2-S. С. 56–61.

Мехренцев А. В., *Корж М. А.* Теплогенерация на основе древесного топлива как база для повышения энергоэффективности в лесопромышленном производстве // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 3 (70). С. 78–86.

Оценка горимости лесов в Российской Федерации / *Л. Е. Кузнецов*, *А. М. Ерицов*, *И. М. Секерин* [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 93–101. DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008

Пряничникова А. В., *Звягинцев В. Ю.*, *Долматов С. Н.* Актуальность мониторинга и аудита невостребованных запасов древесного сырья // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVIII Всерос. (нац.) науч.-техн. конф., Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. С. 206–210.

Технологии производства топливной щепы из лесосечных отходов при заготовке древесины 250–300 тыс. пл. м^3 в год / *Д. А. Ильюшенко*, *А. Р. Бирман*, *Б. М. Локштанов* [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 2 (50). С. 175–184. DOI: 10.18324/2077-5415-2021-2-175-184

Федоренчик А. С. Расчет производительности самоходных отечественных рубильных машин // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2014. № 2 (166). С. 13–16.

Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? / A review of driving factors for integrated forest management in Europe / *F. Aggestam*, *A. Konczal*, *M. Sotirov* [et al.] // Journal of Environmental Management. 2020. № 268. 110670. URL: ttps://www.researchgate.net (accessed 25.02.2025).

Электронный архив УГЛТУ

Kaldellis John K. Despoina Boulogiorgou, 2.02 – Wind Energy Contribution in the Planet Energy Balance and Future Prospects / Editor(s) : Trevor M. Letcher, Comprehensive Renewable Energy (Second Edition). Elsevier, 2022. P. 13–44.

Markets for Wood Chips in Northwestern Europe // USDA. ForeignAgricultural Service : [website]. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Markets%20for%20Wood%20Chips%20in%20Northwestern%20Europe_The%20Hague_Denmark_DA2024-0004.pdf (accessed 25.02.2025).

The Challenge of Financing the Implementation of Natura 2000 – Empirical Evidence from Six European Union Member States / *M. Geitzenauer*, *M. Blondet*, *J. de Koning* [et al.] // Forest Policy and Economics. 2017. № 82. P. 3–13.

The U. S. forest sector in 2030 : Markets and competitors / *J. Turner*, *J. Buongiorno*, *Sh. Zhu*, *J. Prestemon* // Forest Products Journal. 2005. № 55. Url: ttps://www.researchgate.net (accessed 25.02.2025).

References

Assessment of forest burning in the Russian Federation / *L. E. Kuznetsov*, *A.M. Yeritsov*, *I. M. Sekerin* [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 93–101. DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008 (In Russ.)

Bioenergetic base of rural territories in the context of the strategy for the development of the forest complex (on the example of the Sverdlovsk region) / *A. V. Mehrentsev*, *A. A. Dobrachev*, *A. F. Urazova*, *G. V. Kashnikov* // Forests of Russia and economy in them. 2023. № 1 (84). P. 81–87. DOI: 10.51318/FRET.2023.47.14.009. (In Russ.)

Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? / A review of driving factors for integrated forest management in Europe / *F. Aggestam*, *A. Konczal*, *M. Sotirov* [et al.] // Journal of Environmental Management. 2020. № 268. 110670. URL: ttps://www.researchgate.net (accessed 25.02.2025).

Dolmatov S. N., *Kolesnikov P. G.*, *Perestilin A. I.* Development of low-quality damaged wood and wood waste in the Krasnoyarsk Territory // Siberian Forest Journal. 2024. № 6. P. 88–100. DOI: 10.15372/SJFS20240611 (In Russ.)

Dolmatov S. N., *Gulyaeva K. A.* Prospects for the export of wood pellets from Russia to Japan and South Korea in the context of international sanctions // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. № 9. P. 447–453. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-9-447-448 (In Russ.)

Dolmatov S. N., *Makunina Ya. S.* Density of the forest road network as a factor of sustainable forest management on the example of forests of the Krasnoyarsk Territory // Bulletin of the Volga State Technological University. Family: Forest. Ecology. Environmental management. 2023. № 3 (59). P. 87–97. DOI: 10.25686/2306-2827.2023.3.87 (In Russ.)

EMISS. Consumption of conventional fuel for power plants and boilers, by type of fuel // EMISS. Stcele Statistica : [website]. URL: https://fedstat.ru/indicator/62004 (accessed 25.02.2025).

Fedorenchik A. S. Calculation of productivity of self-propelled domestic chopping machines // Proceedings of BSTU. № 2. Forestry and woodworking industry. 2014. № 2 (166). P. 13–16. (In Russ.)

Kaldellis John K. Despoina Boulogiorgou, 2.02 – Wind Energy Contribution in the Planet Energy Balance and Future Prospects / Editor(s) : Trevor M. Letcher, Comprehensive Renewable Energy (Second Edition). Elsevier, 2022. P. 13–44.

Kovalev R. N., *Dolmatov S. N.*, *Kolesnikov P. G.* Economic development of a type of transport in timber logistics // Systems. Methods. Technologies. 2022. № 1 (53). P. 129–137. DOI: 10.18324/2077-5415-2022-1-129-137 (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Krasnoyarsk residents spent another winter under the “black sky”: the number of days in the NMU regime doubled in four years // Babr24.com : [website]. URL: https://babr24.com/?lDE=257086 (accessed 20.02.2025).

Lednitskiy A. V. Comparative analysis of systems of machines for the production of fuel chips // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Lesnoy Vestnik. 2013. № 1. P. 94–98. (In Russ.)

Leonov E. A., *Fedorenchik A. S.*, *Lednitskiy A.V.* Determination of the coefficients of full-woodness of logging waste // Proceedings of the Belarusian State Technological University. Series 2. Forestry and wood-processing industry. 2008. № 2. P. 57–60. (In Russ.)

Makunina Ya. S., *Dolmatov S. N.* Potential and real volumes of resources of the Siberian Federal District for the production of wood-mineral composites // Forest exploitation and integrated use of wood : collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasnoyarsk, March 24, 2023 / Siberian State University of Science and Technology named after Academician M. F. Reshetnev. Krasnoyarsk, 2023. P. 159–167. (In Russ.)

Markets for Wood Chips in Northwestern Europe // USDA. ForeignAgricultural Service : [website]. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Markets %20for %20Wood %20Chips %20in %20Northwestern %20Europe_The %20Hague_Denmark_DA2024-0004.pdf (accessed 25.02.2025).

Matrosov A. V., *Bykovsky M. A.* Modern machines and equipment for packing logging waste and fine-grained wood // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Lesnoy Vestnik. 2014. Vol. 18, № 2-S. P. 56–61. (In Russ.)

Mehrentsev A. V., *Korzh M. A.* Heat generation based on wood-based fuels as a base for improving energy efficiency in the timber industry // Forests of Russia and economy in them. 2019. № 3 (70). P. 78–86. (In Russ.)

Pryanichnikova A. V., *Zvyagintsev V. Yu.*, *Dolmatov S. N.* The relevance of monitoring and auditing unclaimed stocks of wood raw materials // Scientific creativity of youth for the Russian Forest complex : proceedings of the XVIII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference, Yekaterinburg, April 04-15, 2022. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2022. P. 206–210. (In Russ.)

Technologies for the production of fuel chips from logging waste during wood harvesting of 250–300 thousand square meters.m3 per year / *D. A. Ilyushenko*, *A. R. Birman*, *B. M. Lokshtanov* [et al.] // Systems. Methods. Technologies. 2021. № 2 (50). P. 175–184. DOI: 10.18324/2077-5415-2021-2-175-184 (In Russ.)

The Challenge of Financing the Implementation of Natura 2000 – Empirical Evidence from Six European Union Member States / *M. Geitzenauer*, *M. Blondet*, *J. de Koning* [et al.] // Forest Policy and Economics. 2017. № 82. P. 3–13.

The U. S. forest sector in 2030 : Markets and competitors / *J. Turner*, *J. Buongiorno*, *Sh. Zhu*, *J. Prestemon* // Forest Products Journal. 2005. № 55. URL: https://www.researchgate.net (accessed 25.02.2025).

Zolotarev I. I. Ecological problems of the Siberian Federal District // Geo-Siberia. 2005. Vol. 1, № 2. P. 42–48. (In Russ.)

Информация об авторах

С. Н. Долматов – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

S. N. Dolmatov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 24.02.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 24.02.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 136–146.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 136–146.

Научная статья
УДК 630*332.2
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.014

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ ДЛЯ РАСЧИСТКИ ПЛОЩАДЕЙ ОТ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

М. В. Драпалюк[1], В. Н. Коротких[2], А. А. Платонов[3], В. П. Попиков[4], П. А. Нартов[5]

[1, 3–5] Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
[2] «Продимекс Агро», Воронеж, Россия

Автор, ответственный за переписку: Виктор Петрович Попиков, paa7@rambler.ru

Аннотация. При организации работ по расчистке от нежелательной древесно-кустарниковой растительности защитных лесных насаждений, а также прилегающих к ним территорий возникает проблема выбора высокопроизводительного технологического процесса и соответствующей ему системы машин. Выполненный обзор литературных источников выявил перспективность совершенствования корчевального оборудования как многофункционального технического средства, обеспечивающего быструю и качественную корчевку древесно-кустарниковой растительности, отдельных деревьев, сдвигание в бурты и погрузку в транспортное средство. Целью работы является повышение эффективности расчистки территорий от нежелательной древесно-кустарниковой растительности путем выявления технологических и конструктивных параметров нового многофункционального корчевального оборудования. Авторами исследования была разработана конструктивно-технологическая схема указанного оборудования, изготовлен его опытный образец. Полевые исследования корчевального оборудования, навешенного на трактор LiuGong CLG856H, осуществлялись осенью и зимой 2024 и 2025 гг. при расчистке защитных лесных насаждений, разграничивающих земли сельскохозяйственного назначения. В ходе выполнения каждого технологического цикла корчевания осуществлялись измерения времени выполнения элементов технологического процесса корчевания, а также размеры формируемых буртов выкорчеванных деревьев и кустарников. Всего было зафиксировано 540 технологических циклов корчевания нежелательной растительности, последствием осуществления которых являлось восемь сформированных куч указанной растительности. По результатам проведенных наблюдений установлено, что среднее технологическое время цикла выполнения корчевания нежелательной растительности составило 310,05 с при среднем расстоянии перемещения 41 м. Доля времени на выполнение непосредственного удаления растительности с корневой системой составляет 40,37 %, значительная доля времени затрачивалась на перемещения трактора. Средняя величина производительности работы опытного образца корчевального оборудования за один час составила 58,9 м^3/ч (175,3 м^2/ч) при доле выкорчеванной растительности с комом почвы на корневой системе 0,71–1,00.

© Драпалюк М. В., Коротких В. Н., Платонов А. А., Попиков В. П., Нартов П. А., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Ключевые слова: нежелательная растительность, корчевальное оборудование, опытный образец, испытание, время цикла, производительность

Благодарности: авторы выражают благодарность коллективу ООО УК «Продимекс Агро» за помощь в организации полевых исследований корчевателя

Для цитирования: Совершенствование технологий и техники для расчистки площадей от нежелательной древесно-кустарниковой растительности / М. В. Драпалюк, В. Н. Коротких, А. А. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 136–146.

Original article

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR CLEARING AREAS OF UNWANTED TREE AND SHRUB VEGETATION

Mikhail V. Drapalyuk[1], Vladimir N. Korotkikh[2], Alexey A. Platonov[3], Viktor P. Popikov[4], Pyotr A. Nartov[5]

[1, 3–5] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

[2] Prodimex Agro, Voronezh, Russia

Corresponding author: Viktor P. Popikov, paa7@rambler.ru

Abstract. When organizing the work of clearing protective forest plantations from unwanted tree and shrub vegetation, as well as adjacent territories, the problem of choosing a highly productive technological process and a corresponding machine system arises. A review of literature sources devoted to the issue of improving uprooting equipment as a multifunctional technical facility that provides fast and high-quality uprooting of tree and shrub vegetation, individual trees, shifting into piles and loading into a vehicle. The aim of the research is to increase the efficiency of clearing territories from unwanted tree and shrub vegetation by identifying the technological and design parameters of the new multifunctional uprooting equipment. The authors of the research developed a design and technological scheme of the specified equipment, and manufactured its prototype. Field researches of a prototype uprooting equipment mounted on a LiuGong CLG 856 tractor were carried out in the autumn and winter of 2024 and 2025 during the clearing of protective forest plantations delimiting agricultural lands. During the execution of each technological cycle of uprooting unwanted vegetation, the time of execution of the elements of the technological process of uprooting was measured, as well as the size of the formed piles of trees and shrubs vegetation. In total, 540 technological cycles of uprooting unwanted vegetation were recorded, the result of which was eight formed piles of the specified vegetation. Based on the results of the observations, it was found that the average technological cycle time for uprooting unwanted vegetation was 310,05 seconds with an average travel distance of 41 m. The proportion of time spent on direct removal of vegetation from the root system is 40,37 %, a significant proportion of the time was spent on moving the tractor. The average productivity of the prototype uprooting equipment in one hour was 58,9 m^3/h (175,3 m^2/h) with a proportion of uprooted vegetation with a clod of soil on the root system of 0,71–1,00.

Keywords: unwanted vegetation, uprooting equipment, prototype, testing, cycle time, productivity

Acknowledgments: The authors express their gratitude to the team of UK Prodimex Agro LLC for assistance in organizing field researches of the uprooter.

Электронный архив УГЛТУ

For citation: Improvement of technologies and equipment for clearing areas of unwanted tree and shrub vegetation / M. V. Drapalyuk, V. N. Korotkikh, A. A. Platonov [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 136–146.

Введение

При организации работ по расчистке от нежелательной растительности защитных лесных насаждений, а также прилегающих к ним территорий нередко возникает проблема выбора высокопроизводительного технологического процесса, а также соответствующей ему системы машин. Наряду со срезанием нежелательной растительности востребованным продолжает оставаться технологический процесс, предусматривающий выкорчевывание растительности без предварительного разделения наземной и подземной частей растения, с последующим перемещением полученных остатков растительности вместе с комом почвы (при его наличии) к месту складирования выкорчеванной растительности с целью ее утилизации (например, сжигания или переработки на щепу).

Однако традиционные технологии корчевания растительности, используемые в лесном комплексе, представлены в основном корчевателями в виде толкающей рамы, приводимыми в движение тракторами на гусеничном ходу прошлых поколений, не отличающихся большой экономичностью. После корчевания к тому же требуется применение дополнительных технических средств для формирования куч из выкорчеванных деревьев и кустарников, что требует дополнительных капитальных вложений.

Более современные технологии корчевания растительности предусматривают применение универсальных технических средств (тракторов), агрегатируемых с корчевателями, обладающих, однако, недостаточной производительностью в случае необходимости расчистки больших территорий и не позволяющих при этом формировать кучи выкорчеванной растительности без смены оборудования. Таким образом, актуальным является вопрос совершенствования технологий и технических средств расчистки территорий от нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

Обзор современных научных работ, посвященных данному вопросу, выявил такие направления исследований, как разработка новых конструкций корчевального оборудования для конкретных условий его применения, в том числе с использованием вибрации (Абдразаков, Кузнецов, 2023; Михитаров, Добрынин, 2024; Pathak и др., 2021; Ramantswana и др., 2020; Saksa и др., 2023; Performance…, 2023), совершенствование технологических операций транспортировки выкорчеванной древесины (Эксплуатация…, 2022; Платонов, 2023; Huang и др., 2024), изучение особенностей произрастания объектов корчевания – растительности (Mechanism…, 2024; A mechanistic Prediction Model…, 2024), повышение эффективности работы лесных машин (Пути повышения…, 2020; Хегай, Михитаров, 2021) и т. д.

Выполненный обзор вышеуказанных литературных источников выявил перспективность совершенствования корчевального оборудования как технического средства, обеспечивающего быстрое и качественное удаление нежелательной растительности, гарантирующего при этом ее невозобновление в течение достаточно продолжительного периода времени.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Целью работы является повышение эффективности расчистки территорий от нежелательной древесно-кустарниковой растительности и отдельных деревьев путем выявления технологических и конструктивных параметров нового многофункционального корчевального оборудования.

Объект исследования представлял собой корчеватель, навешиваемый на трактор типа фронтального погрузчика, а предметом исследования являлись его конструктивно-технологические характеристики, а также технологические процессы удаления нежелательной растительности.

Авторами исследования была разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального корчевального оборудования, обеспечивающего удаление произрастающей нежелательной древесно-кустарниковой растительности

Электронный архив УГЛТУ

и отдельных деревьев методом выкорчевывания без предварительного отделения наземной части указанной растительности от подземной, а также сдвигания в валы или погрузки в транспортное средство. На разработанную конструкцию корчевального оборудования авторами исследования подана заявка на патент.

В целом конструкция разработанного корчевального оборудования представляет собой раму, в нижней части которой выделены клыки переменного сечения, внедряющиеся в почву во время корчевания. Движение корчевателю придают штоки гидроцилиндров, обеспечивающие его наклон во фронтальной проекции на угол более 90°. Форма, количество и расположение зубьев обеспечивают удержание выкорчеванной нежелательной растительности при поднятом над поверхностью земли корчевателе. Опытный образец корчевального оборудования был изготовлен по чертежам исполнительного директора ООО УК «Продимекс Агро», входящего в состав ГК «Продимекс», В. Н. Коротких.

В ходе проектирования формирование визуального образа новой конструкции корчевального оборудования, основные отличительные признаки которого соответствовали поданному авторами статьи патенту на изобретение, осуществлялось посредством отечественной системы автоматизированного проектирования Компас (рис. 1). При моделировании корчевального оборудования учитывались такие влияющие на его производительность работы размеры, как ширина захвата *Brt* и высота *Hrt* (определяемые высотой подлежащей корчеванию растительности *Luv*), ширина одного зуба *Bzr* и количество зубьев *Zrt* (определяемые диаметром растительности *Duv*), радиус скругления зуба *Rzr*, расстояние между направляющими зубьев *Lon* при высоте расположения опоры *Hon*.

Полевые исследования опытного образца корчевального оборудования, навешенного на трактор LiuGong CLG856H, осуществлялись осенью и зимой 2024 и 2025 гг. на участке территории Абрамовского сельского поселения Таловского района Воронежской области при расчистке защитных лесных насаждений, разграничивающих земли сельскохозяйственного назначения. В ходе проведения работ по испытанию опытного образца корчевального оборудования было запланировано осуществление удаления произрастающей растительности с корневой системой, перемещение удаленной растительности с места ее произрастания и складирование в кучи для дальнейшего (спустя некоторое время) сжигания.

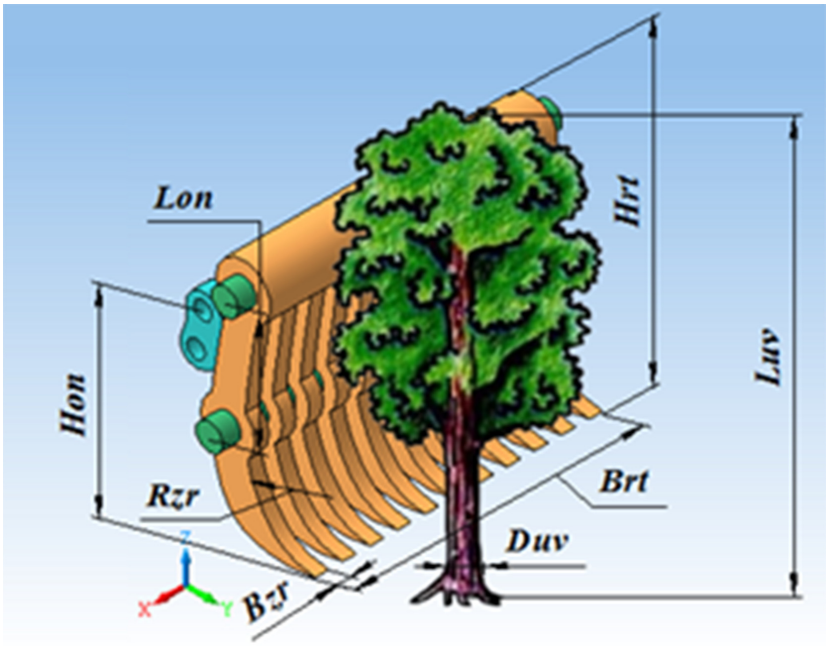


Рис. 1. Модель корчевального оборудования
Fig. 1. Model of uprooting equipment

Электронный архив УГЛТУ

В соответствии с ГОСТ Р 53052–2008 при испытании опытного образца корчевального оборудования показателем качества выполнения технологического процесса являлись достижение наибольшей величины производительности $W_ч$ (м^3/ч) корчевального оборудования при наименьшем суммарном технологическом времени цикла его работы, а также полная очистка территории от нежелательной растительности.

Объемы формируемых трактором посредством применения корчевального оборудования куч из деревьев и кустарников в складочных кубометрах $V_{кпбо}$ (м^3) определялись косвенным методом измерений. Для этого выявлялись размеры кучи (ширины $a_к$, длины $б_к$ и высоты $h_к$; м), при этом каждый размер измерялся в разных точках кучи не менее трех раз с вычислением среднего значения, кроме того, не принимались во внимание выступающие ветви выкорчеванной растительности длиной менее 0,5 м. Объемы куч выкорчеванных деревьев и кустарников определялись по формуле $V_{кпбо} = a_к b_к h_к$.

В ходе выполнения каждого технологического цикла корчевания нежелательной растительности осуществлялись измерения времени выполнения элементов технологического процесса корчевания, при этом замеры осуществлялись с точностью до 1 с. Размеры формируемых куч выкорчеванных деревьев и кустарников измерялись рулеткой с точностью до 10 см.

Результаты статистической обработки экспериментальных данных величин времени элементов технологического процесса корчевания растительности представлены на рис. 2, размеров сформированных куч выкорчеванных деревьев и кустарников – на рис. 3.

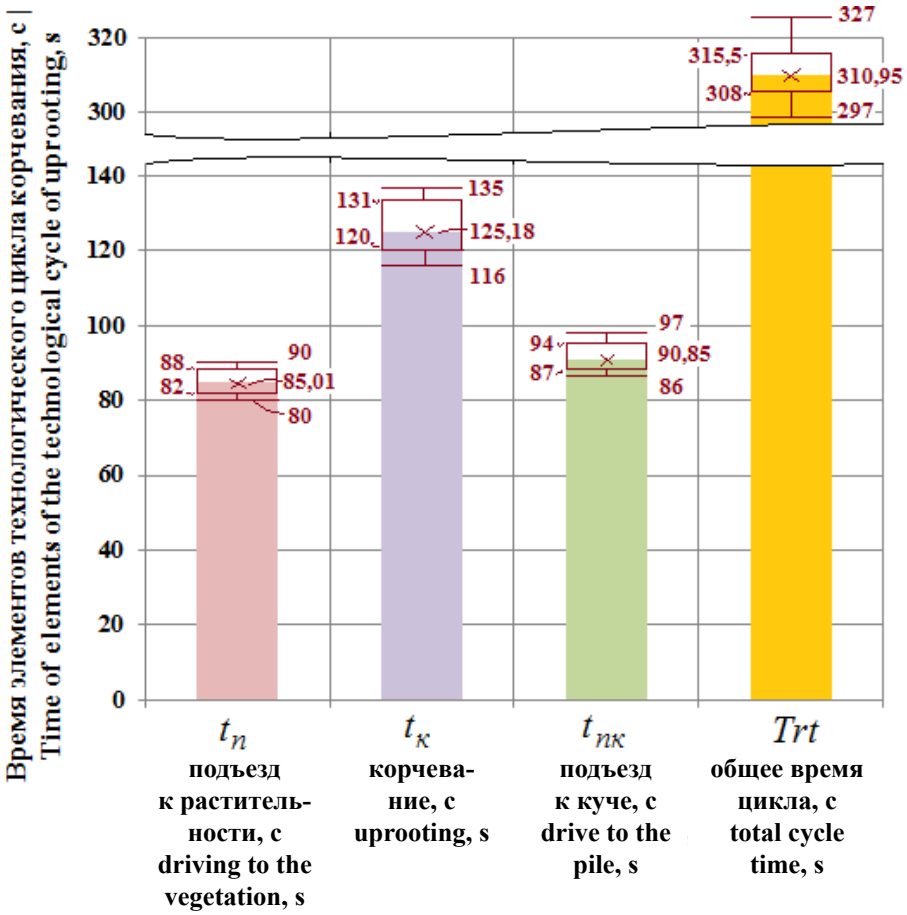


Рис. 2. Результаты статистической обработки времени элементов технологического процесса корчевания
Fig. 2. Results of statistical processing of the time of elements of the technological process of uprooting

Электронный архив УГЛТУ

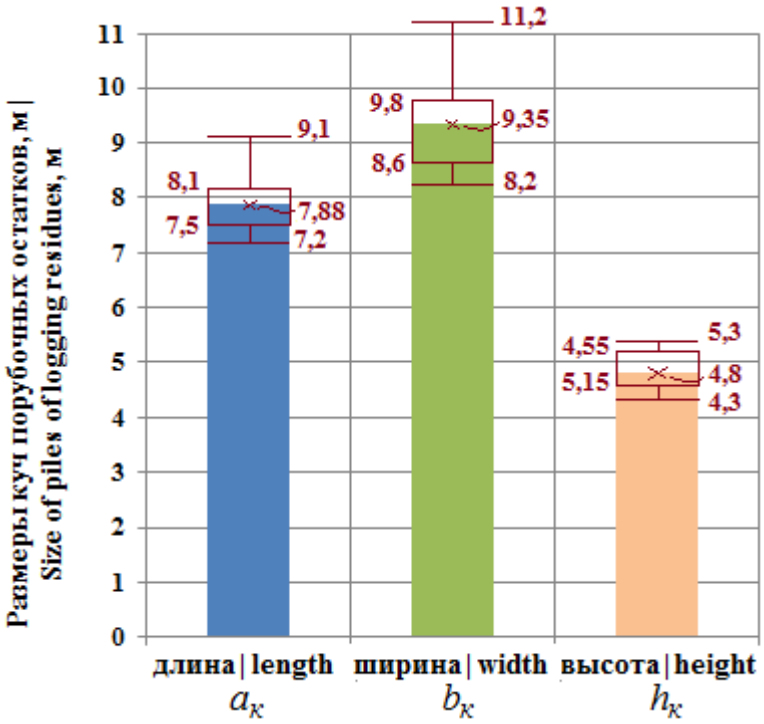


Рис. 3. Результаты статистической обработки размеров куч выкорчеванной растительности
Fig. 3. Results of statistical processing of the sizes of uprooted vegetation piles

Результаты и их обсуждение

Всего было зафиксировано 540 технологических циклов корчевания нежелательной растительности, последствием осуществления которых являлось формирование 8 куч выкорчеванных деревьев и кустарников.

По результатам проведенных наблюдений установлено, что среднее технологическое время цикла выполнения корчевания нежелательной растительности при количестве рассматриваемых элементов цикла корчевания n = 7 составило Trt = 310,05 с при среднем расстоянии перемещения выкорчеванных деревьев и кустарников 41 м (рис. 4). Средняя скорость трактора при холостом ходу составила 0,96 м/с (3,47 км/ч), при перемещении выкорчеванной растительности – 0,9 м/с (3,24 км/ч).

Результаты хронометражных наблюдений выполнения работы по корчеванию нежелательной растительности опытным образцом корчевального оборудования представлены в табл. 1.

Рис. 4. Испытания опытного образца корчевального оборудования
Fig. 4. Testing of a prototype of the uprooting equipment

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Общая структура рабочего времени корчевального оборудования в течение одного технологического цикла
General structure of working time of uprooting equipment during one technological cycle

Наименование временного интервала и обозначение Name of the time interval and designation	Время Time	
	сек sec	%
Подъезд трактора к заросшим лесным насаждениям $t_п$ Tractor approaching overgrown forest plantations $t_п$	85,01	27,42
Опускание корчевального оборудования $t_{оп}$ Lowering the uprooting equipment $t_{оп}$	3,00	0,96
Выполнения корчевальной работы $t_к$ Performing uprooting work $t_к$	125,18	40,37
Подъем корчевального оборудования с растительностью $t_{пп}$ Lifting of uprooting equipment with vegetation $t_{пп}$	2,00	0,65
Подъезд трактора к формируемой куче выкорчеванных деревьев и кустарников $t_{пк}$ Tractor approach to the formed pile of logging residues $t_{пк}$	90,85	29,30
Выгрузка растительности из корчевального оборудования $t_в$ Unloading vegetation from uprooting equipment $t_в$	2,00	0,65
Приведение корчевателя в транспортное положение $t_{опmp}$ Bringing the uprooting equipment into the transport position $t_{опmp}$	2,00	0,65
Общее время *Trt* Total time *Trt*	310,05	100,00

Анализ рассмотренной структуры рабочего времени корчевания растительности показывает (см. табл. 1), что доля времени на выполнение непосредственного удаления растительности с корневой системой составляет лишь 40,37 %, при этом значительная доля времени затрачивается на перемещения трактора. Это указывает на возможные направления совершенствования технологии применения разработанного корчевального оборудования в части увеличения доли времени на производительную работу.

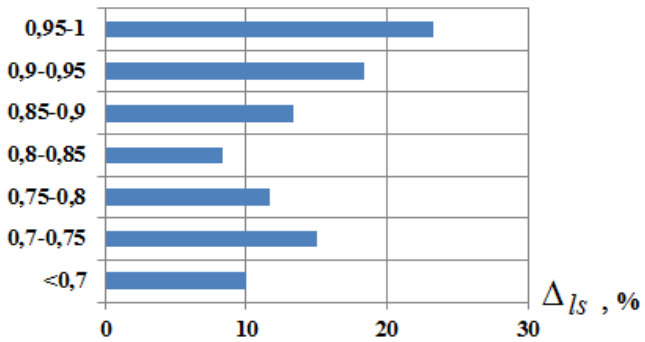


Рис. 5. Доля выкорчеванной растительности с комом почвы
Fig. 5. The proportion of uprooted vegetation with a lump of soil

В ходе испытаний при выполнении одного технологического цикла корчевания опытный образец корчевального оборудования удалял одновременно несколько (от трех до шести с учетом фактической степени зарастания) экземпляров нежелательной растительности. При этом доля Δ_{ls} выкорчеванной растительности с комом почвы на корневой системе составляла 0,71–1,00 (рис. 5), от величины которой в немалой степени зависела технологическая производительность ($м^3$/ч) корчевального оборудования.

С учетом выявленного среднего времени *Trt* одного технологического цикла работы корчевального оборудования (см. табл. 1) средняя величина производительности его работы за один час составила $W_ч$ = 58,9 $м^3$/ч (175,3 $м^2$/ч), что позволило трактору посредством применения опытного образца корчевального оборудования эффективно

Электронный архив УГЛТУ

сформировать кучи выкорчеванных деревьев и кустарников (см. рис. 4), размеры и объемы которых представлены в табл. 2.

Чистое (без простоев и перерывов) рабочее время Trt_p опытного образца корчевального оборудования по формированию его посредством куч выкорчеванных деревьев и кустарников вышеуказанных размеров и объемов составило: для кучи № 1 Trt_p = 7,25 ч, для кучи № 2 Trt_p = 5,66 ч, для кучи № 3 Trt_p = 4,43 ч, для кучи № 4 Trt_p = 6,09 ч, для кучи № 5 Trt_p = 5,71 ч, для кучи № 6 Trt_p = 5,11 ч, для кучи № 7 Trt_p = 7,78 ч, для кучи № 8 Trt_p = 6,28 ч.

Таблица 2
Table 2

Размеры сформированных посредством корчевального оборудования куч выкорчеванной растительности
Dimensions of piles of logging residues formed by means of uprooting equipment

№ кучи № Pile	Размеры, м Dimensions, m			Объем $V_{кпбо}$, м^3 Volume $V_{кпбо}$, m^3
	Ширина $a_к$ Width $a_к$	Длина $b_к$ Length $b_к$	Высота $h_к$ Height $h_к$	
1	7,9	10,20	5,3	427,074
2	7,8	9,30	4,6	333,684
3	7,4	8,20	4,3	260,924
4	8,3	9,40	4,6	358,892
5	7,6	8,50	5,2	335,920
6	7,2	8,70	4,8	300,672
7	9,1	11,20	4,5	458,640
8	7,8	9,30	5,1	369,954
Среднее	7,8875	9,35	4,8	355,720

Сравнение производительностей работы корчевателей различных фирм с производительностью опытного образца корчевального оборудования (рис. 6) выявило неоспоримые преимущества последнего, заключающиеся не только в качественной очистке территории большей площади, но и в возможности выполнения работ по формированию куч выкорчеванных деревьев и кустарников при относительно быстром перемещении трактора по очищаемой территории без разрушения почвенного слоя.

Таким образом, результаты испытания опытного образца корчевального оборудования выявили достижение планируемых целевых показателей качества выполнения технологического процесса удаления нежелательной растительности методом корчевания, а именно полной очистки территории от нежелательной растительности при величине производительности $W_ч$ = 58,9 м^3/ч (175,3 м^2/ч) и среднем технологическом времени цикла Trt = 310,05 с.

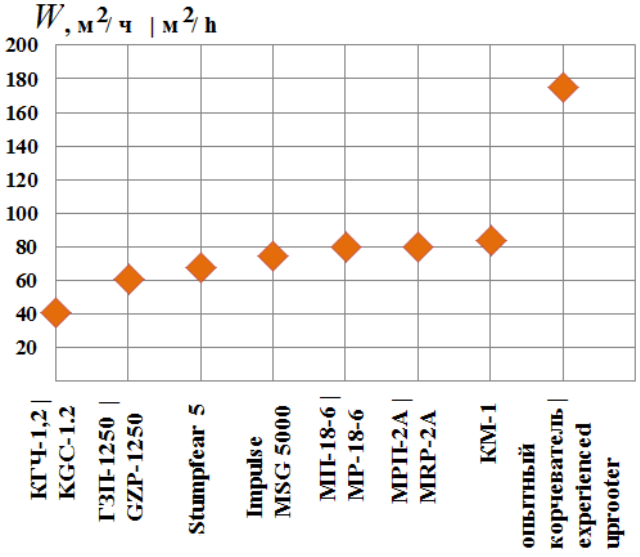


Рис. 6. Сравнение производительностей работы корчевателей
Fig. 6. Comparison productivity of the work of the uprooters

Электронный архив УГЛТУ

Выводы

1. Установлено, что в ходе организации работ по расчистке от нежелательной растительности защитных лесных насаждений, а также прилегающих к ним территорий востребованным продолжает оставаться технологический процесс, предусматривающий выкорчевывание указанной растительности.

2. Для повышения эффективности расчистки территорий разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального корчевального оборудования, обеспечивающего удаление произрастающей нежелательной древесно-кустарниковой растительности и отдельных деревьев методом выкорчевывания. На разработанную конструкцию корчевального оборудования подана заявка на патент.

3. В ходе проведения работ по испытанию опытного образца корчевального оборудования было зафиксировано 540 технологических циклов корчевания нежелательной растительности, последствием осуществления которых являлось формирование 8 куч порубочных остатков. Среднее технологическое время цикла выполнения корчевания нежелательной растительности составило 310,05 с при среднем расстоянии перемещения 41 м.

4. Доля времени на выполнение непосредственного удаления растительности с корневой системой составила лишь 40,37 %, при этом значительная доля времени затрачивалась на перемещения трактора. Это указывает на возможные направления совершенствования технологии применения разработанного корчевального оборудования в части увеличения доли времени на производительную работу.

5. Средняя величина производительности работы опытного образца корчевального оборудования за один час составила $W_ч = 58{,}9$ м^3/ч (175,3 м^2/ч) при доле выкорчеванной растительности с комом почвы на корневой системе 0,71–1,00.

6. Сравнение производительностей работы корчевателей различных фирм с производительностью опытного образца корчевального оборудования выявило неоспоримые преимущества последнего, заключающиеся не только в качественной очистке территории большей площади, но и в возможности выполнения работ по формированию куч порубочных остатков при относительно быстром перемещении трактора по очищаемой территории без разрушения почвенного слоя.

Список источников

Абдразаков Ф. К., *Кузнецов В. А.* Методы очистки оросительных каналов от древесно-кустарниковой растительности // Основы рационального природопользования. Саратов : СГАУ, 2023. С. 3–7.

Михитаров А. Р., *Добрынин Ю. А.* Совершенствование технологического оборудования лесохозяйственной машины с манипулятором для корчевания с применением вибрации // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Т. 247. С. 252–263. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.252-263

Платонов А. А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России // Лесотехнический журнал. 2023. Т. 1 (49). С. 180–193. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12

Пути повышения эффективности работы лесных машин / *И. В. Григорьев*, *О. А. Куницкая*, *С. Е. Рудов* [и др.] // Энергия: экономика, техника, экология. 2020. Т. 1. С. 55–63. DOI: 10.7868/S0233361920010085

Хегай В. К., *Михитаров А. Р.* Сравнение экономической эффективности способов валки деревьев без корневой системы и с корневой системой //Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021. Т. 59. С. 274–276.

Эксплуатация почвообрабатывающих орудий в условиях нераскорчеванных вырубок европейской части России: анализ препятствий в виде пней и корней / *С. В. Малюков*, *Е. В. Поздняков*, *С. И. Дегтярева* [и др.] // Лесотехнический журнал. 2022. Т. 4 (48). С. 96–113. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/7

A Mechanistic Prediction Model of Resistance to Uprooting of Coniferous Trees in Heilongjiang Province, China / *G. Xie*, *Y. Li*, *L. Wang* [et al.] // Plants. 2024. № 13 (17). P. 2377. DOI: 10.3390/plants13172377

Электронный архив УГЛТУ

Huang Q., *Wang Y.*, *Leung A.* Large deformation simulation of uprooting of trees with complex root system architectures using material point method with embedded truss elements // Plant and Soil. 2024. № 10. P. 1–30. DOI: 10.1007/s11104-024-07057-z

Mechanism underlying the uprooting of taproot-type shrub species in the loess area of northeastern Qinghai-Xizang Plateau, China / *S. Liang*, *S. Wang*, *Y. Liu* [et al.] // Journal of Arid Land. 2024. № 16 (10). P. 1426–1443. DOI: 10.1007/s40333-024-0032-0

Pathak G. C., *Joshi H.*, *Singh R. D.* Root distribution in Himalayan trees: about half of roots occur below 30 cm, the generally sampled depth // TropEcol. 2021. № 62. P. 479–491. DOI: 10.1007/s42965-021-00159-0

Performance Evaluation of Tractor Operated Cotton Stalk Shredder Cum Uprooter / *G. Srinidhi*, *S. Sushilendra*, *S. Shirwal* [et al.] // International Journal of Environment and Climate Change. 2023. № 13. P. 3266–3279. DOI: 10.9734/ijecc/2023/v13i113499

Ramantswana M., *Guerra S.*, *Ersson B. T.* Advances in the Mechanization of Regenerating Plantation Forests : a Review. Current Forestry Reports. 2020. № 6(3). P. 65. DOI: 10.1007/s40725-020-00114-7

Saksa T., *Miina J.*, *Luukkonen O.* Uprooting as a pre-commercial thinning operation in young Norway spruce stands // Silva Fennica. 2023. № 57 (2). P. 65. DOI: 10.14214/sf.22027

References

Abdrazakov F. K., *Kuznetsov V. A.* Methods of cleaning irrigation canals from woody and shrubby vegetation // Fundamentals of rational nature management. Saratov : SSAU, 2023. P. 3–7. (In Russ.)

A Mechanistic Prediction Model of Resistance to Uprooting of Coniferous Trees in Heilongjiang Province, China / *G. Xie*, *Y. Li*, *L. Wang* [et al.] // Plants. 2024. № 13 (17). P. 2377. DOI: 10.3390/plants13172377

Huang Q., *Wang Y.*, *Leung A.* Large deformation simulation of uprooting of trees with complex root system architectures using material point method with embedded truss elements // Plant and Soil. 2024. № 10. P. 1–30. DOI: 10.1007/s11104-024-07057-z

Khegay V. K., *Mikhitarov A. R.* Comparison of the economic efficiency of methods for felling trees without a root system and with a root system //Actual problems of the forest complex. 2021. Vol. 59. P. 274–276. (In Russ.)

Mechanism underlying the uprooting of taproot-type shrub species in the loess area of northeastern Qinghai-Xizang Plateau, China / *S. Liang*, *S. Wang*, *Y. Liu* [et al.] // Journal of Arid Land. 2024. № 16(10). P. 1426–1443. DOI: 10.1007/s40333-024-0032-0

Mikhitarov A. R., *Dobrynin Yu. A.* Improving the technological equipment of a forestry machine with a manipulator for uprooting using vibration // Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2024. Vol. 247. P. 252–263. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.252-263 (In Russ.)

Operation of tillage tools in conditions of ungrown clearings in the European part of Russia: analysis of obstacles in the form of stumps and roots / *S. V. Malyukov*, *E. V. Pozdnyakov*, *S. I. Degtyareva* [et al.] // Forestry Engineering Journal. 2022. Vol. 4 (48). P. 96–113. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/7 (In Russ.)

Pathak G. C., *Joshi H.*, *Singh R. D.* Root distribution in Himalayan trees: about half of roots occur below 30 cm, the generally sampled depth // TropEcol. 2021. № 62. P. 479–491. DOI: 10.1007/s42965-021-00159-0

Performance Evaluation of Tractor Operated Cotton Stalk Shredder Cum Uprooter / *G. Srinidhi*, *S. Sushilendra*, *S. Shirwal* [et al.] // International Journal of Environment and Climate Change. 2023. № 13. P. 3266–3279. DOI: 10.9734/ijecc/2023/v13i113499

Platonov A. A. Assessment of species diversity of vegetation growing in the territories of linear infrastructure facilities of Central Russia // Forestry Engineering Journal. 2023. Vol. 1(49). P. 180–193. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12 (In Russ.)

Ramantswana M., *Guerra S.*, *Ersson B. T.* Advances in the Mechanization of Regenerating Plantation Forests : a Review. Current Forestry Reports. 2020. № 6(3). P. 65. DOI: 10.1007/s40725-020-00114-7

Электронный архив УГЛТУ

Saksa T., *Miina J.*, *Luukkonen O.* Uprooting as a pre-commercial thinning operation in young Norway spruce stands // Silva Fennica. 2023. № 57 (2). P. 65. DOI: 10.14214/sf.22027

Ways to improve the efficiency of forest machines / *I. V. Grigoriev*, *O. A. Kunitskaya*, *S. E. Rudov* [et al.] // Energy: economics, technology, ecology. 2020. Vol. 1. P. 55–63. DOI: 10.7868/S0233361920010085 (In Russ.)

Информация об авторах

Михаил Валентинович Драпалюк – доктор технических наук, профессор,
michael1@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-8029-2706
Владимир Николаевич Коротких – кандидат технических наук,
korotkihvlad@mail.ru, http://orcid.org/0009-0001-1294-3351
Алексей Александрович Платонов – кандидат технических наук, доцент,
paa7@rambler.ru, http://orcid.org/0000-0003-4114-4636
Виктор Петрович Попиков – кандидат технических наук, доцент,
vpopikov75@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-2499-2772
Петр Андреевич Нартов – аспирант,
petrov1ch99@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0008-3871-9332

Information about the authors

M. V. Drapalyuk – Doctor of Technical Sciences, Professor,
michael1@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-8029-2706
V. N. Korotkikh – Candidate of Technical Sciences,
korotkihvlad@mail.ru, http://orcid.org/0009-0001-1294-3351
A. A. Platonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
paa7@rambler.ru, http://orcid.org/0000-0003-4114-4636
V. P. Popikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
vpopikov75@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-2499-2772
P. A. Nartov – graduate student,
petrov1ch99@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0008-3871-9332

Статья поступила в редакцию 11.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 11.04.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 147–158.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 147–158.

Научная статья
УДК 630*847.5
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.015

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ИНФРАКРАСНО-ВАКУУМНОЙ СУШИЛКИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОДБОРОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Василий Николаевич Левинский

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия
lv_74rus@mail.ru, https://orcid.org/: 0000-0001-9778-3168

Аннотация. Целью исследования грантового соглашения является создание энергосберегающей технологии сушки пиломатериала с использованием низкотемпературных генераторов ИК-излучения в условиях вакуумной камеры. В статье приводятся краткое описание решенных на сегодняшний день задач по согласованию спектральных характеристик пород древесины с оптическими свойствами генератора ИК-излучения, а также теоретическое описание процесса инфракрасной сушки пиломатериала в условиях вакуумной камеры. Полученные результаты исследований позволили уточнить вводные данные для методики расчета конструктивных параметров опытного образца инфракрасно-вакуумной сушильной установки и ее основных узлов. По итогам расчетов разработана конструкция установки, герметичную камеру которой предполагается изготовить из листового проката и профильной трубы (в качестве ребра жесткости). Также согласно расчетам выбраны: вакуумный насос для создания разрежения в камере, управление которого будет осуществляться по вакуумметру электроконтактному; циркуляционный насос для замкнутой системы трубопроводов конденсационного узла; пленочные электронагреватели с удельной мощностью 370 Вт/м^2. Разработана схема электрическая функциональная, позволившая выбрать измеритель-регулятор, подобрать датчики температуры, пускозащитную аппаратуру. На основе данной информации разработаны схемы электрические принципиальные системы автоматического управления и силового оборудование. С учетом предлагаемой конструкторской документации будет создан опытный образец, на котором будут реализовываться задачи по исследованию процесса сушки разных пород древесины.

Ключевые слова: конструкция, герметичная камера, вакуум, технологическое оборудование, пленочный электронагреватель

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01090, https://rscf.ru/project/23-76-01090/

Для цитирования: Левинский В. Н. Разработка конструкции инфракрасно-вакуумной сушилки древесины с подбором технологического оборудования и системы автоматического управления // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 147–158.

© Левинский В. Н., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

DESIGN DEVELOPMENT OF AN INFRARED VACUUM WOOD DRYER WITH THE SELECTION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

Vasily N. Levinsky

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia
lv_74rus@mail.ru , https://orcid.org/0000-0001-9778-3168

Abstract. The purpose of the research of the grant agreement is to create an energy-saving technology for drying lumber using low-temperature infrared radiation generators in a vacuum chamber. The article provides a brief description of the tasks solved to date in matching the spectral characteristics of wood species with the optical properties of an IR radiation generator, as well as a theoretical description of the process of infrared drying of lumber in a vacuum chamber. The obtained research results allowed to specify the input data for the calculation methodology of the design parameters of the prototype infrared vacuum drying unit and its main components. Based on the results of calculations, the design of the unit has been developed, the sealed chamber of which is supposed to be made of rolled steel and a profile pipe (as a stiffener). Also, according to the calculations, a vacuum pump was selected to create a vacuum in the chamber, which will be controlled by an electrocontact vacuum gauge.; a circulation pump for a closed piping system of the condensation unit; membranous electric heaters with a specific power of 370 W/m^2. An electrical functional circuit has been developed, which made it possible to select a meter-regulator, select temperature sensors, and start-up protection equipment. Based on this information, electrical circuits, basic automatic control systems and power equipment have been developed. Taking into account the proposed design documentation, a prototype will be created, which will be used to study the drying process of different types of wood.

Keywords: construction, sealed chamber, vacuum, technological equipment, membranous electric heater

Funding: the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation № 23-76-01090, https://rscf.ru/project/23-76-01090/

For citation: Levinsky V. N. Design development of an infrared vacuum wood dryer with the selection of technological equipment and an automatic control system // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 147–158.

Введение

Цель исследования (грант РНФ № 23-76-01090) заключается в создании энергосберегающей технологии сушки древесины с использованием низкотемпературного генератора ИК-излучения в условиях вакуумной камеры. На сегодняшний день получены спектральные характеристики наиболее распространенных для переработки пород древесины, в которых наибольший интерес представляют экстремумы в диапазоне 9,4–9,7 мкм, так как в нем поглощение 100 % (Levinsky, 2024a). При этих данных селективную работу системы излучатель – приемник возможно организовать с применением гибкого пленочного электронагревателя. Это следует из его технических характеристик и дополнительных исследований, в которых установлена зависимость температуры поверхности ИК-излучателя от температуры окружающего пространства и его удельной мощности (Исследование влияния…, 2024).

Предполагается, что процесс сушки пиломатериала (досок), уложенного в штабель с промежуточными кассетами (каркас из реек с закрепленными пленочными электронагревателями), будет

Электронный архив УГЛТУ

происходить в условиях замкнутого пространства герметичной камеры в разреженной среде. Поэтому для расчета ее конструктивных параметров прежде всего рассматривались теории: физических процессов теплообмена излучением между гибким пленочным электронагревателем и высушиваемым пиломатериалом; уровня разрежения внутри камеры в разных периодах сушки (Мухаметзянов и др., 2019); конденсации влаги на охлаждающей поверхности; переходных процессов (например, переход от атмосферного давления к разреженному или нагрев пиломатериала до заданной температурной величины) (Шагеева, 2022, 2023; Levinsky, 2024б). В совокупности это мультифизический процесс, так как все его перечисленные составляющие происходят в замкнутом пространстве и их степень влияния друг на друга очевидна, но требует более глубокого изучения. В связи с этим в данной статье будет представлено решение задачи по разработке конструкции инфракрасно-вакуумной сушилки древесины с подбором технологического оборудования и системы автоматического управления.

Методика и объекты исследования

Изготовление герметичной камеры предполагается из листового проката. При проектировании учитывались следующие ограничения, касающиеся внешних габаритов:

– длина камеры должна предполагать размещение доски 4 м;

– высота камеры должна быть достаточной для вариативности укладки пиломатериалов в штабель (из расчета укладки доски толщиной 50 мм в ряд с учетом поперечных прокладок между рядами);

– ширина камеры не должна превышать нормативных габаритных размеров для перевозки автотранспортом (не более 2,6 м).

С учетом приведенной информации о габаритных ограничениях для определения объема пиломатериала, уложенного в штабель с промежуточными кассетами и прокладками, справедливо выражение (Мухаметзянов и др., 2019; Шагеева, 2022, 2023)

$$V_{шт} = \frac{V_д}{\beta}, \quad (1)$$

где $V_д$ – объем доски; β – объемный коэффициент заполнения штабеля, зависящий от толщины прокладок, размеров кассеты с пленочными электронагревателями и высушиваемого пиломатериала.

Полученное значение $V_{шт.}$ при известной длине доски L позволяет определить поперечное сечение штабеля:

$$S_{шт} = \frac{V_{шт}}{L}. \quad (2)$$

Расчет размеров основного короба зависит от предполагаемой разовой загрузки пиломатериала (м^3); способа укладки (между кассетами 1 ряд досок, 2 ряда или 3) и максимальной длины доски (м).

Для проведения исследований достаточный объем загрузки до 1 м^3. На рис. 1 показан вариант размещения 1 м^3 досок толщиной 50 мм, шириной 150 мм и длиной 4 м.

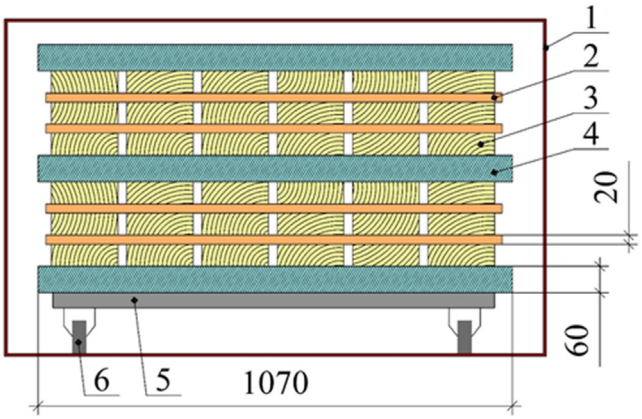


Рис. 1. Размещение досок в предполагаемой конструкции камеры сушильной установки:
1 – корпус камеры; *2* – поперечные прокладки; *3* – доска; *4* – кассеты с пленочными электронагревателями; *5* – подвижная платформа для укладки штабеля; *6* – колеса для выгрузки подвижной платформы из камеры
Fig. 1. Placement of boards in the proposed design of the drying unit chamber:
1 – camera body; *2* – transverse gaskets; *3* – board; *4* – cassettes with film electric heaters; *5* – movable platform for stacking; *6* – wheels for unloading the movable platform from the chamber

Электронный архив УГЛТУ

Полученная информация в габаритных размерах позволит рассчитать толщину прямоугольной плоской стенки коробчатых обечаек с ребрами жесткости, работающих под давлением, по выражению (Шагеева, 2023)

$$s' = Kb\sqrt{\frac{P}{\sigma_{ид}}}, \quad (3)$$

где b – меньшая сторона прямоугольной плоской стенки с ребрами жесткости, м; $K = f\left(\frac{l}{b}\right)$ – коэффициент, зависящий от способа закрепления стенки; l – большая сторона прямоугольной стенки, м; $\sigma_{ид}$ – окончательное допускаемое напряжение, МН/м^2.

Сопротивление укрепляющих поперечных ребер можно рассчитать по формуле (Шагеева, 2023)

$$W'_р = \frac{S_{шт} l P}{4K\sigma_{ид}}. \quad (4)$$

Тогда для расчета номинальной толщины поперечных ребер справедливо выражение (Шагеева 2023)

$$s'_р = 0{,}63^3\sqrt{W'_р}. \quad (5)$$

Для расчета номинальной площади поперечного сечения поперечных ребер справедливо выражение (Шагеева 2023)

$$F'_р = 5\,(s'_р)^2. \quad (6)$$

Из того же металла предполагается изготовление дна корпуса и крыши, которые условно можно считать одинаковыми. Тогда расчет толщины плоской стенки рассматриваемых конструктивных элементов можно найти по выражению (Шагеева 2023).

$$s' = \frac{Kdb}{K_0}\sqrt{\frac{P}{\sigma_{ид}}}, \quad (7)$$

где K_0 – коэффициент, который учитывает ослабление конструктивных элементов отверстиями; d – меньшая сторона плоской стенки конструктивных элементов.

Для выбора технологического оборудования необходимо рассчитать массу доски в высушенном и влажном виде, расход испаряющейся влаги в секунду.

Масса сухой доски:

$$m_д = V_д \rho_д, \quad (8)$$

где $\rho_д$ – плотность доски, кг/м^3.

Масса влажной доски:

$$m_{вл.д} = Um_д + m_д, \quad (9)$$

где U – влагосодержание материала, %.

Расход влаги, испаряющийся из древесины в секунду, найдем по выражению

$$P_{уст.\,пленочного\,эл} = j_{д.\,пов} F_{пов.\,д}, \quad (10)$$

где $j_{д.\,пов}$ – поток массы, кг/(м^2·с); $F_{пов.\,д}$ – площадь поверхности материала, м^2.

Для выбора вакуумного насоса необходимо рассчитать его производительность при откачивании объема за определенное время (Шагеева, 2023):

$$S = \frac{V}{t}\ln\frac{P_a}{P_e}F, \quad (11)$$

где V – объем откачиваемой герметичной камеры, м^3; t – время откачки, ч; P_a – уровень начального вакуума, мбар; P_e – уровень необходимого вакуума, мбар; F – коэффициент кривой откачки.

Для расчета мощности кассет с пленочными электронагревателями справедливо выражение

$$P_{уст.\,пленочного\,эл} = P_{уд} F_{пов.\,кассеты}, \quad (12)$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность одного квадратного метра пленочного электронагревателя, Вт/м^2 (для расчетов принимается равной 370 Вт/м^2 согласно работе (Левинский, 2024); $F_{пов.\,кассеты}$ – площадь излучающей поверхности кассеты, м^2.

С учетом предложенного размещения штабеля (см. рис. 1), методики расчета и априорной информации проведенных ранее исследований (Левинский, 2024; Levinsky, 2024а, б) в данной работе будут произведены расчеты и проектирование конструкции, выбраны технологическое оборудование и система автоматического управления.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 показана боковая сторона герметичной камеры, на которой указаны габаритные размеры, места отверстий: для ввода кабеля для подключения кассет с пленочными электронагревателями (5 шт.); для подключения шланга вакуумного насоса; для слива конденсата из ниши-накопителя.

Из расчетов следует, что для изготовления конструкции будет использован листовой прокат марки А-ПВ-6 ГОСТ 19903–2015; профильная труба 80×40×3 ГОСТ 8645–68.

Электронный архив УГЛТУ

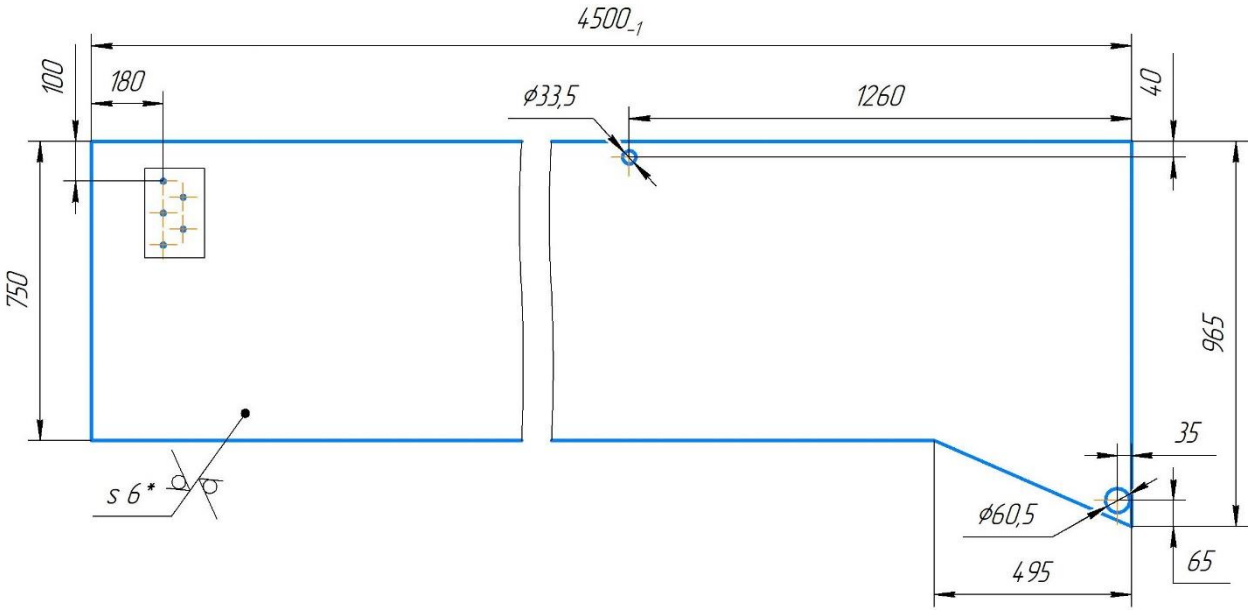


Рис. 2. Габаритные размеры герметичной камеры
Fig. 2. Overall dimensions of the sealed chamber

Отдельным элементом конструкции является дверная крышка (рис. 3). Для ее изготовления необходимы те же номенклатурные материалы, что и при изготовлении основной конструкции.

В верхней части корпуса камеры будет расположен узел для создания активной конденсации (рис. 4, поз. 1). Он представляет собой замкнутую систему трубопроводов с расширительным бачком, заполненную охлаждающей жидкостью, движение которой осуществляется при помощи циркуляционного насоса, для присоединения которого предусмотрены сгоны.

Вся камера будет располагаться на четырех ножках (рис. 4, поз. 2). На дне камеры предполагается установить направляющие рельсы, которые будут представлять собой продолжение рельс пристыковываемой к корпусу камеры подставки (рис. 5, поз. 1). Это необходимо для выхода подвижной платформы (рис. 4, поз. 3 или рис. 5, поз. 2) из камеры для укладки на нее штабеля пиломатериала, после чего уложенный штабель будет закатываться обратно в камеру, а подставка (рис. 5, поз. 1) убираться в сторону, закрываться дверь (см. рис. 3).

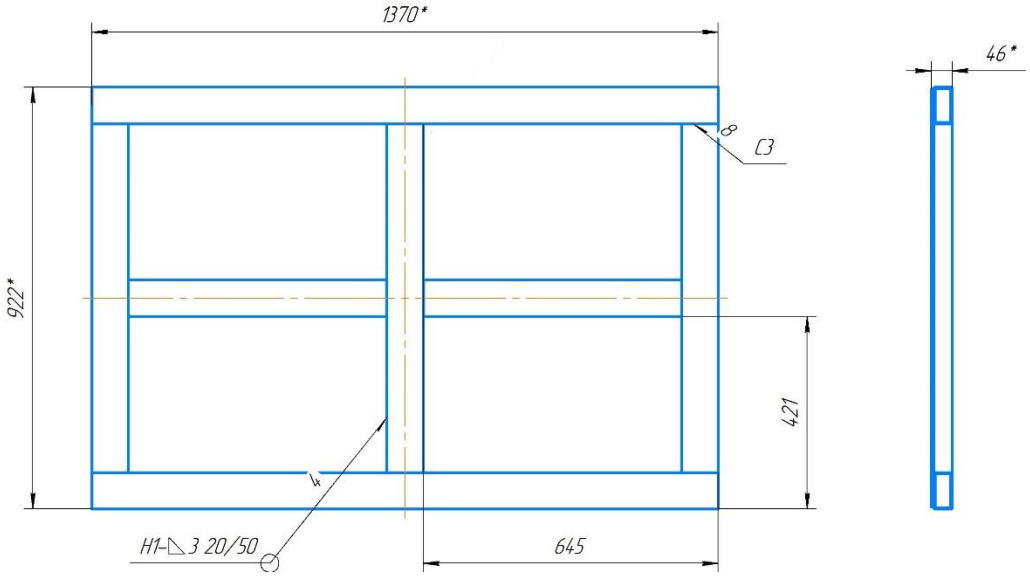


Рис. 3. Дверная крышка
Fig. 3. Door cover

Электронный архив УГЛТУ

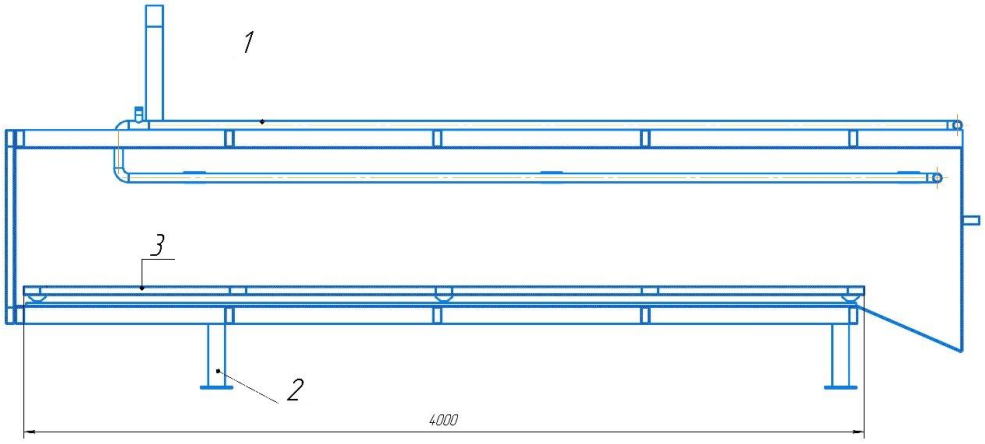


Рис. 4. Расположение в камере узла конденсации и подвижной платформы
Fig. 4. Location of the condensation unit and the mobile platform in the chamber

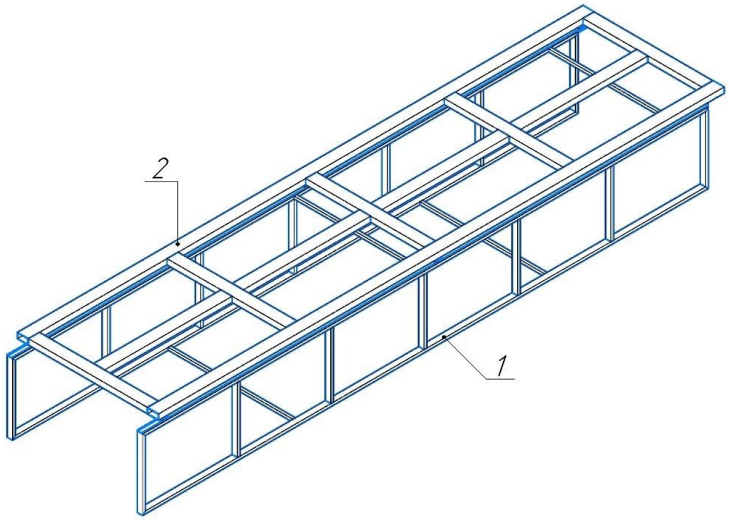


Рис. 5. Съемная подставка, пристыковываемая к корпусу камеры
Fig. 5. Removable stand, docked to the camera body

Итоговый сборочный чертеж разрабатываемой конструкции приведен на рис. 6.

Для создания разрежения в герметичной камере существует достаточно большое количество разновидностей вакуумных насосов (мембранный, пластинчато-роторный маслоуплотняемый, сухой пластинчато-роторный и др.), но задачи их сравнения и выбора наиболее оптимального не ставилось, поэтому выбирали водокольцевой как наиболее часто используемый в сушильных установках древесины (Великанов и др., 2020; Очков, 2022; Rodionov et al., 2021). Контроль уровня вакуума будет осуществляться вакуумметром электроконтактным.

Водокольцевой насос имеет следующие технические характеристики:

– производительность насоса, м^3/ч (л/мин);
– условный проход патрубков;
– расход операционной жидкости 0,12 м^3/ч (2 л/мин);
– минимальное остаточное давление, 33 мбар (97 % вакуума);
– параметры питающей сети: 380 В, 50 Гц;
– установленная мощность 1,45 кВт;
– количество оборотов 2850 об/мин;
– класс изоляции IP 54;
– уровень шума 65 ± 3 дБ;
– габаритные размеры 48×19×25 см;
– масса 35 кг.

Электронный архив УГЛТУ

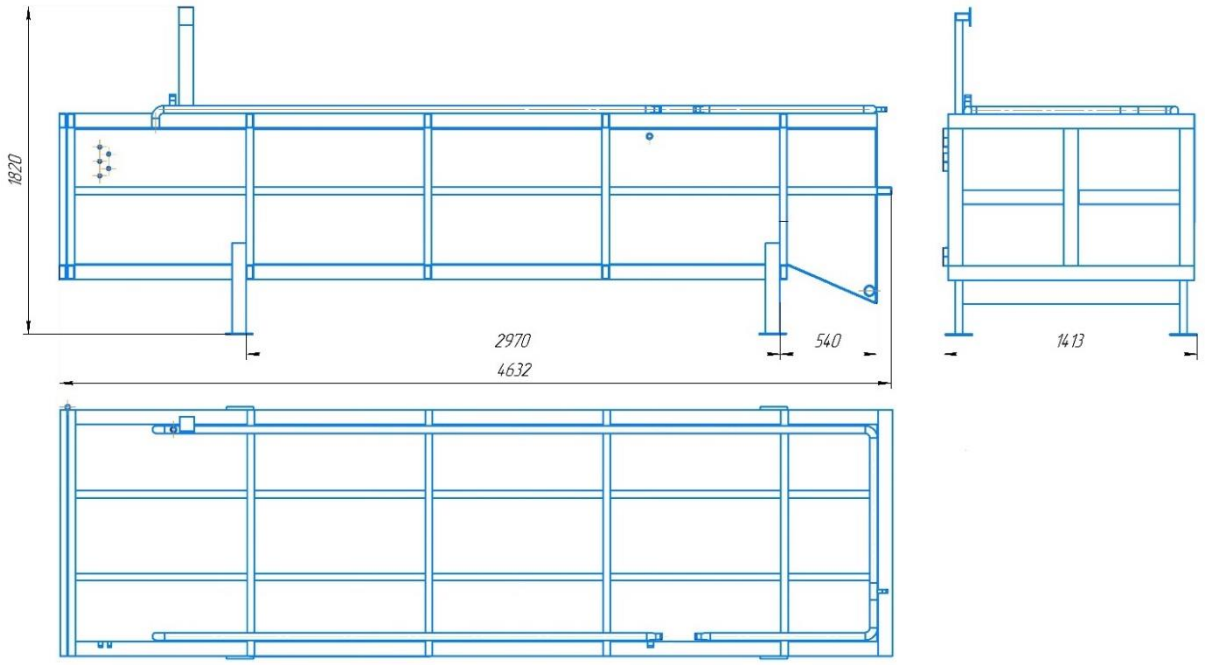


Рис. 6. Сборочный чертеж конструкции герметичной камеры
Fig. 6. Assembly drawing of the sealed chamber design

Вакуумметр электроконтактный имеет следующие технические характеристики:

– измеряемое давление –0,1–0 МПа;
– присоединение G ½;
– класс точности 1,5;
– исполнение электроконтактной группы V;
– температура окружающей среды –50 … +60 °С;
– температура рабочей среды до 50°С;
– класс изоляции IP 40.

Для системы узла активной конденсации предусматриваются циркуляционный насос (4 м (0,4 Бар); 220 В, 50 Гц; 0,65 кВт; IP 68), гидроаккумулятор расширительный (12 л; 10 бар), манометр показывающий (0–4,0 МПа), клапан предохранительный (1,5 бар) и автоматический воздухоотводный клапан.

Пленочные электронагреватели изготавливались непосредственно под размер кассеты (1,0 × 4,0 м). Для одной кассеты необходимо три нагревателя со следующими техническими характеристиками: проволочный тип исполнения; размер – 0,35 × 4 м; параметры питающей сети – 220 В, 50 Гц; установленная мощность – 0,518 кВт; класс изоляции – IP 67. Планируется подключение трех кассет, таким образом суммарная установленная мощность нагревательных элементов составит ≈ 4,7 кВт. Но в системе автоматического управления (САУ) будет предусмотрена возможность подключения дополнительных щитов на случай, если возникнет в этом необходимость в процессе проведения экспериментов.

Система автоматического управления для регулирования и исследования процесса низкотемпературной сушки пиломатериалов в условиях вакуумной камеры на данном этапе исследований не должна быть сложной. Управление процессом сушки будет осуществляться по датчикам температуры доски и температуры поверхности пленочного электронагревателя, управление процессом конденсации – по датчику температуры охлаждающей жидкости в контуре.

Все остальные параметры (температура среды в камере, влажность среды в камере, влажность доски и др.) необходимо фиксировать контроллером, при этом датчики должны иметь возможность смены места своего положения для более детального исследования того или иного узла установки.

Обязательным требованием для САУ является функция архивирования получаемых значений в режиме реального времени, что позволит получать динамические характеристики, осуществлять их обработку и анализ, получать передаточные

Электронный архив УГЛТУ

функции процесса сушки в разработанной ИВСУ, которые в конечном итоге станут основой технологии низкотемпературной инфракрасной сушки пиломатериала в условиях вакуумной камеры.

Управление вакуумным насосом будет осуществляться с применением электроконтактного вакуумметра по заданным уставкам.

На рис. 7 показана схема электрическая функциональная системы автоматического управления процессом сушки в инфракрасно-вакуумной установке, а именно один из вариантов компоновки расположения датчиков температуры и управления исполнительными механизмами.

Для реализации управления процессом предусмотрен универсальный измеритель – регулятор температуры и влажности ТРМ-138 с 8 универсальными настраиваемыми входами и с 8 релейными выходами. К ТРМ-138 посредством адаптера АС4 предусмотрено подключение к персональному компьютеру (ПК), на который предварительно было установлено программное обеспечение Owen Process Manager (OPM), предназначенное для записи всего процесса сушки и последующего его анализа с построением графиков непосредственно в самой программе либо перевода данных в формат документа Excel (Дунаев М. П., Дунаев А. М., 2019; Левинский, 2024; Поляков, Лубков, 2018).

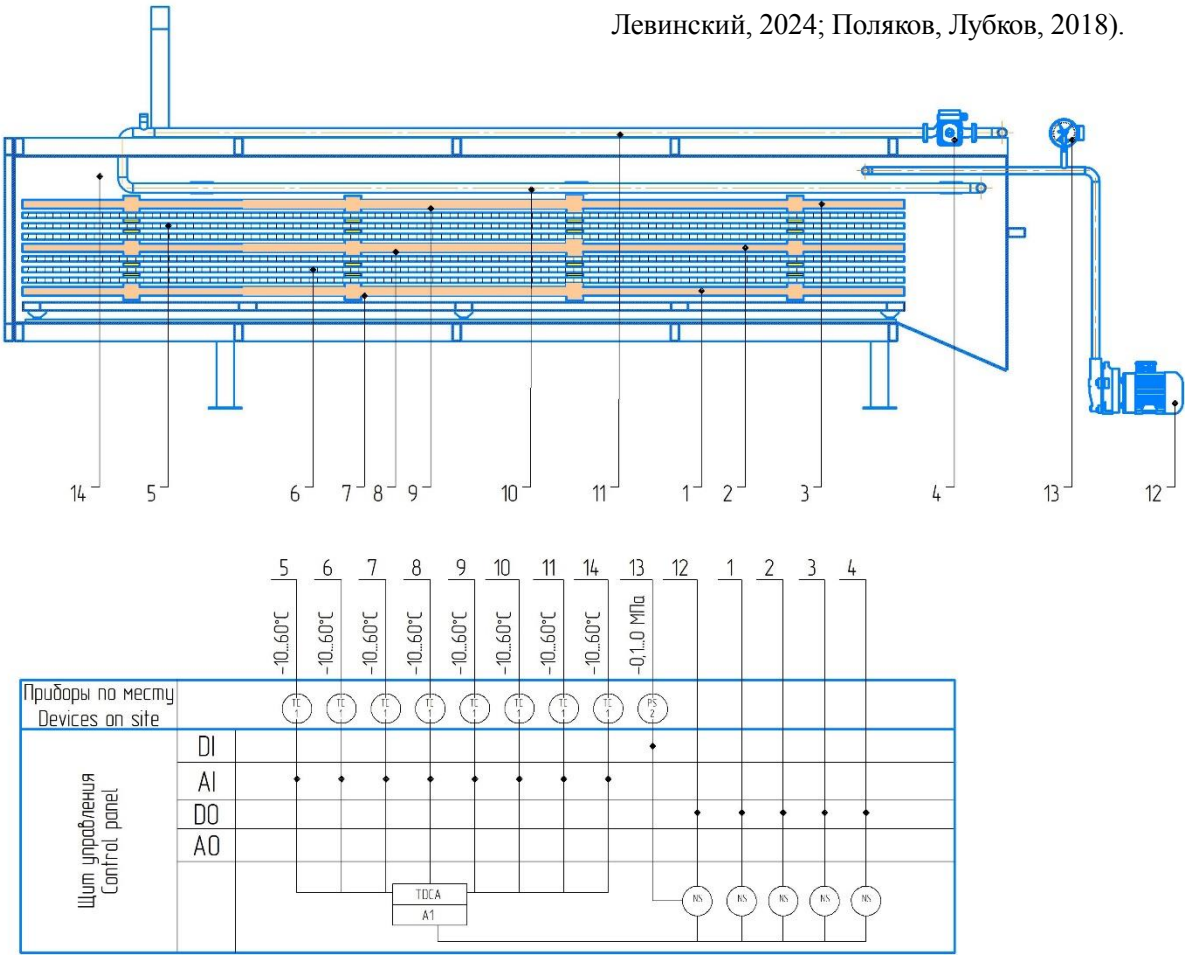


Рис. 7. Схема электрическая функциональная системы автоматического управления процессом сушки в инфракрасно-вакуумной установке:
1–3 – кассеты с пленочными электронагревателями; *4* – циркуляционный насос; *5, 6* – датчики температуры, установленные непосредственно в пиломатериале; *7–9* – датчики температуры пленочных электронагревателей; *10, 11* – датчики температуры на трубопроводе конденсационного узла; *12* – вакуумный насос; *13* – вакуумметр электроконтактный; *14* – датчик температуры среды внутри камеры

Fig. 7. Diagram of the electrical functional system for automatic control of the drying process in an infrared vacuum installation:
1–3 – cassettes with film electric heaters; *4* – circulation pump; *5, 6* – temperature sensors installed directly in the lumber; *7–9* – temperature sensors of film electric heaters; *10, 11* – temperature sensors on the pipeline of the condensation unit; *12* – vacuum pump; *13* – vacuum gauge electrocontact; *14* – ambient temperature sensor inside the chamber

Электронный архив УГЛТУ

С учетом выбора измерителя-регулятора и технологического оборудования разработана схема электрическая принципиальная САУ (рис. 8) и силового оборудования (рис. 9).

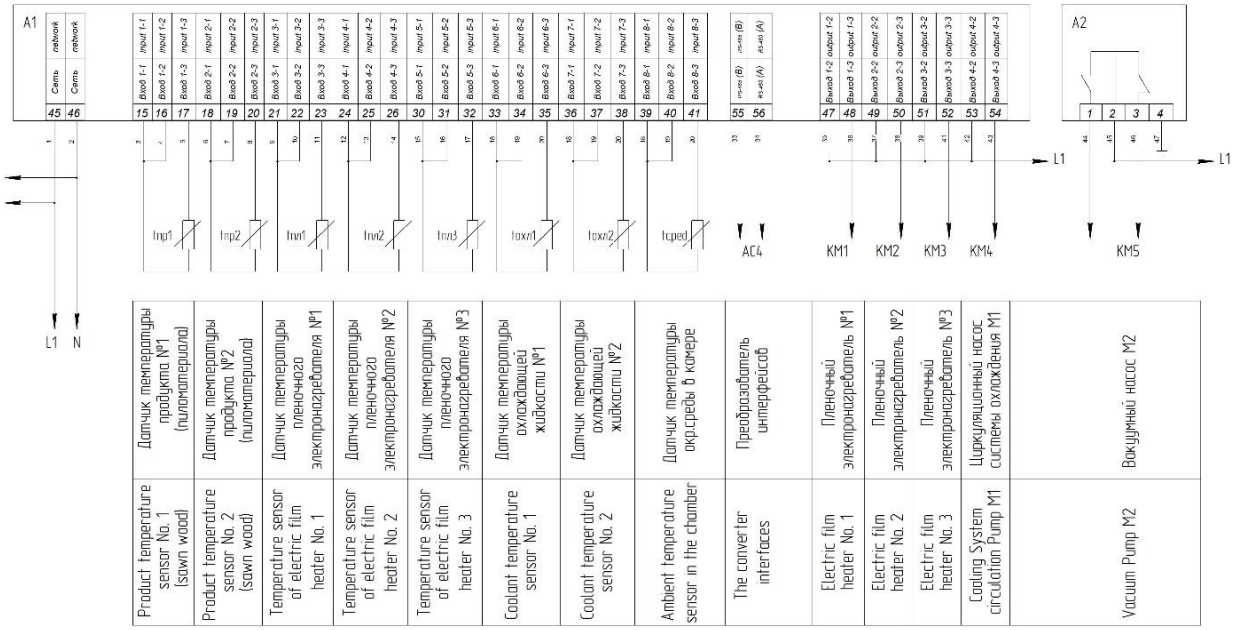


Рис. 8. Схема электрическая принципиальная системы автоматического управления:
А1 – измеритель-регулятор температуры и влажности ТРМ-138; А2 – вакуумметр электроконтактный
Fig. 8. Electrical schematic diagram of the automatic control system:
A1 – temperature and humidity control meter TRM-138; A2 – electrocontact vacuum meter

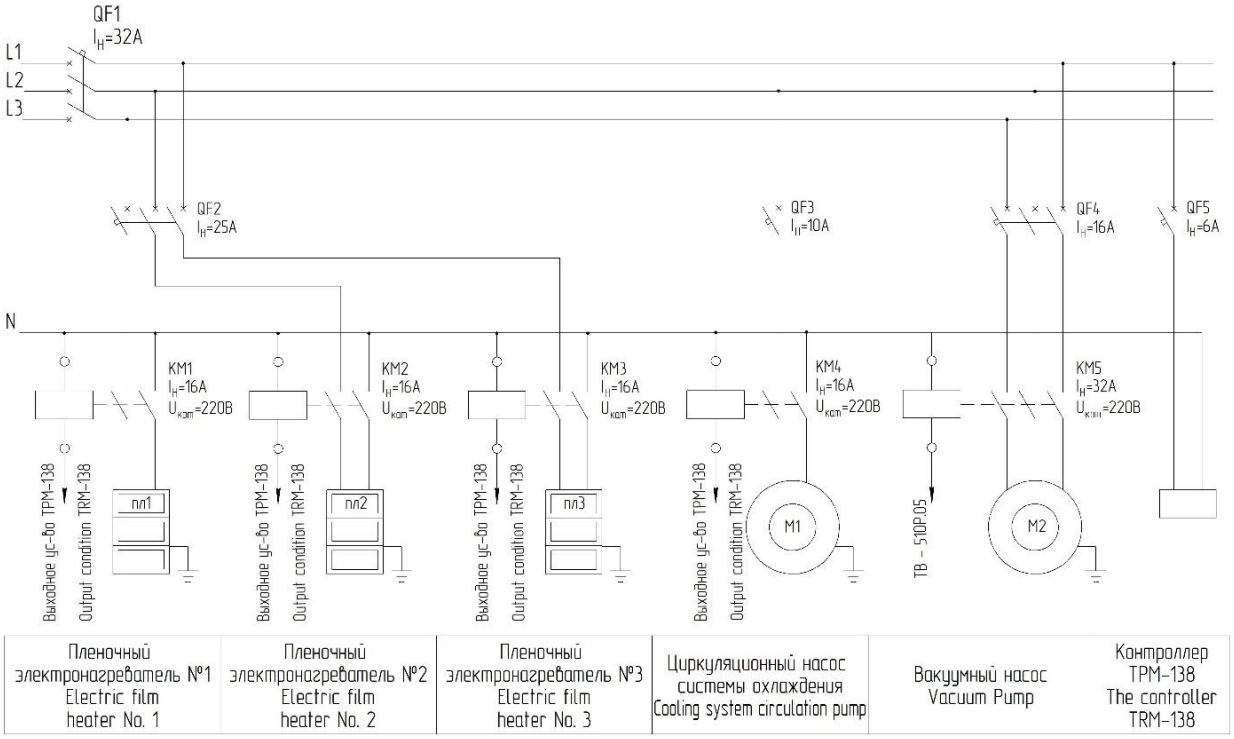


Рис. 9. Схема электрическая принципиальная системы силового оборудования
Fig. 9. Electrical schematic diagram of the power equipment system

Электронный архив УГЛТУ

Выводы

Предлагаемая конструкция герметичной камеры с выбором технологического оборудования и системы автоматического управления позволит решить следующие задачи исследования, которые заключаются в проведении экспериментов по отработке и корректировке режима для одной породы древесины, основанного:

– на согласовании спектральных характеристик образцов пород древесины с оптическими свойствами пленочных электронагревателей (Афонькина, 2023; Levinsky, 2024a; Interaction analysis…, 2020);

– на исследованиях, связанных с определением взаимосвязи изменения удельной мощности пленочных электронагревателей (воздействующей на единицу объема пиломатериала) на время сушки, на расход электрической энергии и другие параметры сушки (Левинский, 2024; Математическая модель…, 2020);

– на исследовании взаимосвязи изменения величины разрежения среды в камере на время сушки, расход электрической энергии и другие параметры сушки (Мухаметзянов и др., 2019; Шагеева, 2022, 2023);

– на исследовании изменения параметров сушки в зависимости от наличия элементов принудительной системы конденсации и от изменения ее параметров (Артемов И. Н., Артемов И. И., 2022).

После выверенного режима на одной породе древесины будет произведена отработка для других пород. Анализ полученного набора данных по режимам сушки позволит сформировать определенные категории древесины, для которых режимы будут одинаковы, что упростит реализацию последующих исследований, в том числе при построении математических моделей. В совокупности решение всех задач позволит получить энергосберегающую технологию сушки с использованием низкотемпературных генераторов ИК-излучения в условиях вакуумной камеры, которая позволит уменьшить показатели времени сушки и затрат электроэнергии при выходе пиломатериала высокого качества.

Список источников

Артемов И. Н., *Артемов И. И.* Использование уравнений регрессии для входящего и выходящего потока сушильного агента для экспериментальной сушильной камеры конденсационного типа // Инновации и инвестиции. 2022. № 2. С.152–154.

Афонькина В. А. Оптические свойства сельскохозяйственного сырья как основа технологии сушки // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 94. С. 12–19. DOI: 10.21515/1990-4665-194-002

Великанов Н. Л., *Наумов В. А.*, *Корягин С. И.* Перекачивание жидкости с использованием водокольцевого вакуумного насоса // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2020. № 8 (725). С. 51–59. DOI: 10.18698/0536-1044-2020-8-51-59

Дунаев М. П., *Дунаев А. М.* Разработка автоматизированной системы научных исследований для изучения технологического процесса сушки древесины // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. Т. 1. С. 132–133.

Исследование влияния температуры окружающей среды на параметры пленочного электронагревателя / *В. Н. Левинский*, *В. М. Попов*, *Е. Н. Епишков*, *В. А. Афонькина* // Аграрный научный журнал. 2024. № 7. С. 110–116. DOI: 10.28983/asj.y2024i7pp110-116

Левинский В. Н. Повышение эффективности процесса ик-сушки пиломатериалов за счет адаптивности работы САУ // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 4 (142). DOI: 10.23670/IRJ.2024.142.131

Математическая модель для обоснования параметров пленочного электронагревателя на основе высокоомной проволоки / *В. М. Попов*, *Е. Н. Епишков*, *В. А. Афонькина*, *Е. И. Кривошеева* // АПК России. 2020. Т. 27, № 2. С. 346–350.

Электронный архив УГЛТУ

Мухаметзянов Ш. Р., *Сафин Р. Р.*, *Кайнов П. А.* Повышение энергоэффективной осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки пиломатериалов : монография // Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. 120 с.

Наумов В. А., *Великанов Н. Л.*, *Шарков О. В.* Выбор вакуумных насосов для сушки сыров // Вестник КрасГАУ. 2024. № 7 (208). С. 194–200. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-194-200

Очков А. А. Перспектива создания современных высоковакуумных механических насосов // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2022. № 1 (140). С. 103–137. DOI: 10.18698/0236-3941-2022-1-103-137

Поляков С. И., *Лубков В. О.* Совершенствование автоматизированного управления роликовой сушилкой для сушки шпона // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. 2018. Т. 6, № 4 (40). С. 361–366.

Шагеева А. И. Вакуумная СВЧ-сушка пиломатериалов в осциллирующем режиме : дис. … канд. техн. наук / Шагеева Адиля Ильсуровна. Казань, 2023. 129 с.

Шагеева А. И., *Кайнов П. А.*, *Сафин Р. Р.* Разработка эффективной схемы энергообеспечения процесса вакуумной СВЧ-сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая промышленность. 2022. № 3. С. 28–34.

Interaction analysis of the electrotechnological system «emitter-material» in the process of heating and drying of food plant raw materials / *V. D. Ochirov*, *I. V. Altukhov*, *S. M. Bykova*, *M. A. Blokhnin* // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk, 2020. С. 62006.

Levinsky V. N. Justification of the effective distribution of energy emitted by a film electric heater on stacked lumber // BIO Web of Conferences. 2024a. Vol. 108. P. 20001. DOI: 10.1051/bioconf/202410820001

Levinsky V. N. Spectral analysis of various types of wood as the basis of low-temperature drying technology in vacuum conditions // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). Moscow : Les Ulis, 2024б. Vol. 82. P. 05026. DOI: 10.1051/bioconf/20248205026

Rodionov Y. V., *Selivanov D. V.*, *Nikitin D. V.* Design of Liquid-Ring Vacuum Pump with Adjustable Degree of Internal Compression // Chemical and Petroleum Engineering. 2021. Vol. 57, № 5–6. P. 477–483. DOI: 10.1007/s10556-021-00962-5

References

A mathematical model for substantiating the parameters of a film electric heater based on high-resistance wire / *V. M. Popov*, *E. N. Epishkov*, *V. A. Afonkina*, *E. I. Krivosheeva* // Agroindustrial Complex of Russia. 2020. Vol. 27, № 2. P. 346–350. (In Russ.)

Analysis of the interaction of the electrotechnological system “radiator-material” in the process of heating and drying of food plant raw materials / *V. D. Ochirov*, *I. V. Altukhov*, *S. M. Bykova*, *M. A. Blokhnin* // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference “AGROTECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnology”. Krasnoyarsk, 2020. P. 62006.

Artyomov I. N., *Artyomov I. I.* The use of regression equations for the incoming and outgoing flow of drying agent for an experimental drying chamber of condensation type // Innovations and investments. 2022. № 2. P. 152–154. (In Russ.)

Dunaev M. P., *Dunaev A. M.* Development of an automated scientific research system for studying the technological process of wood drying // Modern technologies and scientific and technological progress. 2019. Vol. 1. P. 132–133. (In Russ.)

Электронный архив УГЛТУ

Interaction analysis of the electrotechnological system «emitter-material» in the process of heating and drying of food plant raw materials / *V. D. Ochirov*, *I. V. Altukhov*, *S. M. Bykova*, *M. A. Blokhnin* // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk, 2020. C. 62006.

Investigation of the influence of ambient temperature on the parameters of a film electric heater / *V. N. Levinsky*, *V. M. Popov*, *E. N. Epishkov*, *V. A. Afonkina* // Agrarian Scientific Journal. 2024. № 7. P. 110–116. DOI 10.28983/asj.y2024i7pp110-116 (In Russ.)

Levinsky V. N. Improving the efficiency of ic-suk mathematicians due to the adaptability of ACS // International Scientific Research Journal. 2024. № 4 (142). DOI: 10.23670/IRJ.2024.142.131 (In Russ.)

Levinsky V. N. Justification of the effective distribution of energy emitted by a film electric heater on stacked lumber // BIO Web of Conferences. 2024a. Vol. 108. P. 20001. DOI: 10.1051/bioconf/202410820001

Levinsky V. N. Spectral analysis of various types of wood as the basis of low-temperature drying technology in vacuum conditions // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023), Moscow : Les Ulis, 20246. Vol. 82. P. 05026. DOI: 10.1051/bioconf/20248205026

Mukhametzyanov Sh. R., *Safin R. R.*, *Kainov P. A.* Improving energy-efficient oscillating vacuum–conductive drying of lumber : monograph / Kazan National University. research. technol. un-t. Kazan : KNRTU Publishing House, 2019. 120 p.

Naumov V. A., *Velikanov N. L.*, *Sharkov O. V.* The choice of vacuum pumps for cheese drying // Bulletin of KrasGAU. 2024. № 7 (208). P. 194–200. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-194-200 (In Russ.)

Ochok A. A. The prospect of creating modern high-vacuum mechanical pumps // Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. The Mechanical Engineering series. 2022. № 1 (140). P. 103–137. DOI: 10.18698/0236-3941-2022-1-103-137 (In Russ.)

Polyakov S. I., *Lyubkov V. O.* The introduction of automated role-playing game management for sukispan // Operational management Scientific research of the XXI century: theory and practice. 2018. Vol. 6, № 4 (40). P. 361–366. (In Russ.)

Rodionov Y. V., *Selivanov D. V.*, *Nikitin D. V.* Design of Liquid-Ring Vacuum Pump with Adjustable Degree of Internal Compression // Chemical and Petroleum Engineering. 2021. Vol. 57, № 5–6. P. 477–483. DOI: 10.1007/s10556-021-00962-5

Shageeva A. I. Vacuum microwave drying of lumber in oscillating mode : dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Shageeva Adilya Ilsurovna. Kazan, 2023. 129 p.

Shageeva A. I., *Kainov P. A.*, *Safin R. R.* Development of an effective energy supply scheme for the process of vacuum microwave drying of lumber // The woodworking industry. 2022. № 3. P. 28–34. (In Russ.)

Velikanov N. L., *Naumov V. A.*, *Koryagin S. I.* Pumping liquid using a water ring vacuum pump // News of higher educational institutions. Mechanical engineering. 2020. № 8 (725). P. 51–59. DOI: 10.18698/0536-1044-2020-8-51-59 (In Russ.)

Информация об авторах

В. Н. Левинский – кандидат технических наук.

Information about the authors

V. N. Levinsky – Candidate of Technical Sciences.

Статья поступила в редакцию 27.03.2025; принята к публикации 28.04.2025.
The article was submitted 27.03.2025; accepted for publication 28.04.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 159–169.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 159–169.

Научная статья
УДК 674.049.3
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.016

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОГНЕЗАЩИТНЫХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД, ОБРАБОТАННОЙ И НЕ ОБРАБОТАННОЙ АНТИПИРЕНАМИ

Алексей Игоревич Шамов[1], Ирина Валерьевна Яцун[2], Светлана Борисовна Шишкина[3]

[1–3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[1] shamovaleksey300107@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2584-4897
[2] yatsuniv@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-3195-2410
[3] shishkinasb@m.usfeu.ru

Аннотация. Приведены результаты сравнительного анализа исследований огнезащитных и физико-механических свойств древесины лиственных пород (осины и липы), обработанной и не обработанной огнезащитными составами (антипиренами). С этой целью на поверхности образцов предварительно наносились разные по составу и принципу действия растворы препаратов: на основе органических солей UpGUARD F6 и UpGUARD F7 и на основе неорганических солей NEOMID, а также жидкое стекло. Оценка физико-механических свойств древесины осуществлялась в соответствии с ГОСТ 16483.3–84, ГОСТ 16483.5–73 и ГОСТ 16433.10–73. Результаты исследований показали, что нанесение огнезащитных составов на поверхность древесины способствует увеличению ее прочностных показателей (предела прочности при статическом изгибе, предела прочности при сжатии и скалывании вдоль волокон). Проверка огнестойкости древесины, проведенная по нестандартной методике, показала, что наилучшие огнезащитные свойства достигаются при обработке поверхности древесины жидким стеклом, которое повышает время полного сгорания древесины осины в среднем на 106 %, а липы – на 122 %.

Ключевые слова: огнезащита древесины, антипирены, физико-механические свойства огнезащитной древесины, определение времени полного сгорания древесины, исследование огнезащиты древесины

Для цитирования: Шамов А. И., Яцун И. В., Шишкина С. Б. Сравнительный анализ огнезащитных и физико-механических свойств древесины лиственных пород, обработанной и не обработанной антипиренами // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 159–169.

© Шамов А. И., Яцун И. В. Шишкина С. Б., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF FLAME-RETARDANT AND PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF HARDWOOD TREATED AND UNTREATED WITH FLAME RETARDANTS

Alexey I. Shamov[1], Irina V. Yatsun[2], Svetlana B. Shishkina[3]

[1–3] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

[1] shamovaleksey300107@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2584-4897

[2] yatsuniv@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-3195-2410

[3] shishkinasb@m.usfeu.ru

Abstract. The results of a comparative analysis of studies of fire-protective and physico-mechanical properties of hardwood (aspen and linden) treated and untreated with flame retardants (flame retardants) are presented. For this purpose, solutions of preparations of different composition and principle of action were pre-applied to the surface of the samples: based on organic salts UpGuard F6 and UpGuard F7 and based on inorganic salts NEOMID, as well as liquid glass. The assessment of the physical and mechanical properties of wood was carried out in accordance with GOST 16483.3–84, GOST16483.5–73 and GOST 16433.10–73. The research results have shown that the application of flame retardants to the surface of wood contributes to an increase in its strength indicators (the ultimate strength under static bending, the ultimate strength under compression and chipping along the fibers). The fire resistance test of wood, conducted using a non-standard method, showed that the best fire-retardant properties are achieved when treating the wood surface with liquid glass, which increases the time of complete combustion of aspen wood by an average of 106 %, and linden – by 122 %.

Keywords: fire protection of wood, flame retardants, physical and mechanical properties of fire-resistant wood, determination of the time of complete combustion of wood, study of fire protection of wood

For citation: Shamov A. I., Yatsun I. V., Shishkina S. B. Comparative analysis of flame-retardant and physico-mechanical properties of hardwood treated and untreated with flame retardants // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 159–169.

Введение

Существует распространенное мнение, что деревянные дома при пожаре могут сгореть за считанные минуты. Однако это не так страшно, как кажется на первый взгляд. Еще в древности люди начали искать способы защитить дерево от огня. Первые упоминания о подобных методах защиты строений относятся к XVI в. В те времена люди повсеместно использовали деревянные дома, которые обрабатывали специальными смесями, чтобы защитить их от возгорания. Эти смеси состояли из глины, извести и соли. С годами состав смесей, предназначенных для защиты от огня, улучшался. Ученые активно исследовали свойства горения и воспламенения, стремясь создать более эффективные средства защиты. Это позволило разработать новые составы, повышающие огнезащиту (Антипирены, 2024; Петрова, Корольченко, 2003).

Так появились антипирены – вещества, которые предотвращают распространение пламени и защищают дерево от воспламенения. В наши дни ими обрабатывают деревянные конструкции перед использованием, чтобы обеспечить сохранность любых построек из дерева (Антипирены, 2024; Стенина, Левинский, 2011).

Основные виды антипиренов, механизм их воздействия и области применения приведены в табл. 1.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Основные виды антипиренов, механизм их действия и области применения
The main types of flame retardants, their mechanism of action and applications

Виды антипирена Types of flame retardants	Механизм воздействия Mechanism of action	Область применения Scope of application
Глубоко проникающие Deeply penetrating	Проникновение в древесину на глубину до нескольких миллиметров Penetration into wood to a depth of several millimeters	Обработка наружных элементов строительных деревянных конструкций Processing of exterior elements of wooden building structures
На основе органических соединений Based on organic compounds	При их нанесении на древесную подложку образуется огнезащитная пленка небольшой толщины When they are applied to a wood substrate, a flame-retardant film of small thickness is formed	Защита предметов интерьера Protection of interior items
Реактивные Reactive	Активное взаимодействие с горючими газами Active interaction with combustible gases	Защита полов или стен Protection of floors or walls

По принципу действия антипирены делятся на три группы: солевые, бессолевые и комбинированные.

Солевые – это антипирены второй группы огнезащиты, которые применяются для пропитки строений из древесины. В этих жидкостях для пропитки деревянных поверхностей содержатся соли, которые легко плавятся. Они способны повышать температуру горения обработанного материала. Тепло, выделяемое в процессе горения, тратится на плавление самого вещества, а не древесины, которая им пропитана. Таким образом, древесине, пропитанной таким веществом, требуется гораздо больше времени и температуры для возгорания, нежели обычной, которая не подвергнута обработке (Что представляют…, 2024).

Солевые антипирены обладают несколькими преимуществами:

– доступность компонентов;

– низкая цена.

Но также солевые пропитки имеют ряд недостатков:

– большой расход – для эффективной защиты требуется значительное количество состава;

– недолговечность и слабая фиксация в древесине – большинство солевых пропиток сохраняют свои свойства не более полутора лет после нанесения. Они слабо закрепляются в структуре древесины, что снижает их эффективность;

– «высаливание» на поверхности – из-за этого явления дальнейшая обработка древесины лакокрасочными материалами становится невозможной;

– ограничения по применению – солевыми пропитками нельзя обрабатывать влажную древесину и наносить их при низких температурах.

В итоге огнезащитные свойства поверхностей, обработанных солевыми растворами, обычно сохраняются от одного года до трех лет. Это связано с тем, что из-за перепада температур, влажности и давления древесина начинает постепенно отторгать кристаллы соли (Солевые пропитки…, 2024).

Бессолевые – это огнезащитные антипирены, которые относятся ко второй группе огнезащиты и не имеют в своем составе солей, при повышении температуры выделяют газы, не поддерживающие горение. Эти соединения влияют на содержание газов в атмосфере, удаляя кислород, нужный для процесса горения.

Если деревянная поверхность обработана таким составом и случилось воспламенение, то огонь не станет распространяться – он потухнет сам.

В состав этих пропиток входят сернокислые газы, такие как сульфат аммония и аммиак. Они действенно предотвращают распространение пламени, что делает данные антипирены эффективным инструментом защиты от возгорания (Отличия…, 2024).

Электронный архив УГЛТУ

Преимущества бессолевых антипиренов:

– образование антипирена внутри древесины. Это происходит в результате реакции целлюлозы и лигнина с компонентами пропитки, которые проникают в древесину при ее обработке. Образующийся «древесный полимер» химически привязан к древесине и является ее естественным продолжением;

– возможность проводить обработку летом и зимой. Бессолевые антипирены не замерзают до температуры минус 15 °С, поэтому способны вступать в реакцию с компонентами древесины с образованием полимерного комплекса даже на морозе;

– длительный срок нахождения антипирена в древесине. Он может превышать десятки лет, даже без дополнительной защиты лакокрасочными материалами.

Недостатки бессолевых антипиренов:

– необходимость в дополнительной защите лакокрасочными материалами. Они продлевают срок огнебиозащитного действия несолевых пропиток в несколько раз.

Комбинированные – антипирены, которые объединяют в себе свойства солевых и бессолевых. Подобные пропитки отличаются особой эффективностью (Отличия…, 2024).

Все антипирены доступны в различных формах: в виде лака, краски, мастики, пасты или жидких пропиток (Выставка домов…, 2024).

Предположительно пропитка древесины антипиренами придает ей не только огнезащитные свойства, но и способствует повышению показателей физико-механических свойств.

Цель, объект и методика исследования

Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа огнезащитных и физико-механических свойств лиственных пород древесины, обработанной разными огнезащитными составами (антипиренами), со свойствами необработанной древесины.

Объект исследования – обработанная и не обработанная огнезащитными составами древесина лиственных пород.

Для оценки физико-механических свойств древесины использованы стандартные методики: ГОСТ 16483.3–84 «Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе», ГОСТ 16483.5–73 «Древесина. Метод определения предела прочности при скалывании вдоль волокон», ГОСТ 16433.10–73 «Древесина. Метод определения предела прочности при сжатии вдоль волокон».

Проверка огнестойкости древесины проводилась по нестандартной методике. Суть испытаний заключалась в создании условий, максимально приближенных к условиям пожара. Для этого пропитанные и не пропитанные огнезащитными составами образцы помещались в печь с заранее разведенным огнем. Как только образец оказывался в печи, секундомером засекалось время полного его сгорания (образец переставал гореть и превращался в угли).

Каждый опыт дублировался по три раза. По результатам полученных экспериментальных данных была проведена их статистическая обработка, были определены такие показатели, как среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, показатель точности среднего значения и др. (Пижурин, Розенблит, 1984).

Результаты и их обсуждение

Для проведения экспериментальных исследований были взяты бруски размером 20×20×300 мм двух лиственных пород древесины: липы и осины, имеющие влажность 8±2 % и шероховатость поверхности не более 16 мкм. Перед нанесением на поверхность брусков огнезащитных растворов и жидкого стекла осуществлялся визуальный осмотр их поверхности на наличие любых видимых загрязнений и следов грибковых поражений.

Поверхность образцов обрабатывалась четырьмя видами огнезащитных солевых составов: на основе органических солей UpGUARD F6 (UpGUARD F6, 2024) и UpGUARD F7 (UpGUARD F7, 2024) и на основе неорганических солей NEOMID (Огнебиозащита…, 2024), а также жидким стеклом (Жидкое стекло…, 2024; Применение…, 2024). Характеристики использованных в экспериментах огнезащитных составов представлены в табл. 2.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2
Table 2

Основные характеристики огнезащитных составов
Main characteristics of fire retardant compounds

Характеристики Characteristics	Вид огнезащитного состава Type of fire retardant			
	UpGUARD F6	UpGUARD F7	NEOMID	Жидкое стекло Liquid glass
Область применения Application domain	Огнезащитная обработка наружных поверхностей, изготовленных из древесины лиственных и хвойных пород древесины и материалов на их основе Fire-resistant treatment of exterior surfaces made of hardwood and coniferous wood and materials based on them			Многоцелевое применение Multi-purpose applications
Внешний вид Appearance	Жидкий концентрат светло-желтого цвета Light yellow liquid concentrate	Жидкий концентрат светло-красного цвета Light red liquid concentrate	Сухой концентрат в виде гранул белого цвета и красителя ярко-красного цвета Dry concentrate in the form of white granules and bright red dye	Густая прозрачная жидкость Thick transparent liquid
Огнезащитная эффективность по ГОСТ Р 53292–2009 Fire protection efficiency according to GOST 53292–2009	II группа Group II		I группа Group I	
Показатель безопасности Safety Score	Нетоксичен, пожаровзрывобезопасен Non-toxic, fire and explosion-proof			
Влияние на здоровье человека Impact on human health	Раздражающего действия Irritating effect			
Состав Composition	Раствор солей-антипиренов, смесевая композиция органических биоцидов Solution of flame retardant salts, a mixed composition of organic biocides		Смесь на основе неорганических соединений A mixture based on inorganic compounds	Водный щелочной раствор силикатов натрия и (или) калия An aqueous alkaline solution of sodium and (or) potassium silicates
Кол-во слоев нанесения Number of application layers	3	3	6	3
Время высыхания, ч Drying time, h	48	48	1	1,5
Расход, мл/м^2 Consumption, ml/m^2	250	250	600	300

Приготовление рабочих растворов на основе вышеприведенных составов осуществлялось следующим образом. Жидкие концентраты препаратов UpGUARD F6, UpGUARD F7 смешивались с водой в пропорции 1:15, а перед нанесением на древесную подложку тщательно перемешивались. Приготовленный раствор наносился на поверхность в два слоя, причем между нанесениями выдерживалось время не менее 48 ч.

Для приготовления рабочего раствора на основе сухого препарата NEOMID его концентрат перемешивался с водой в соотношении 1:5. Приготовление раствора осуществлялось непосредственно перед нанесением на древесную подложку при постоянном перемешивании в течение не менее 3 мин. Раствор наносился на подложку до тех пор, пока он не начинал стекать с поверхности древесины. Количество нанесенных слоев – шесть.

Электронный архив УГЛТУ

Обработанные поверхности высыхали естественным путем в течение 24 ч.

Жидкое стекло на поверхность древесной подложки наносилось в два слоя, причем второй слой только после полного высыхания первого.

Нанесение рабочих растворов осуществлялась кистью в помещении с температурой воздуха 18±2 °С и влажностью 60±5 %.

Полученные образцы древесины липы и осины, обработанные антипиренами, представлены на рис. 1–4.

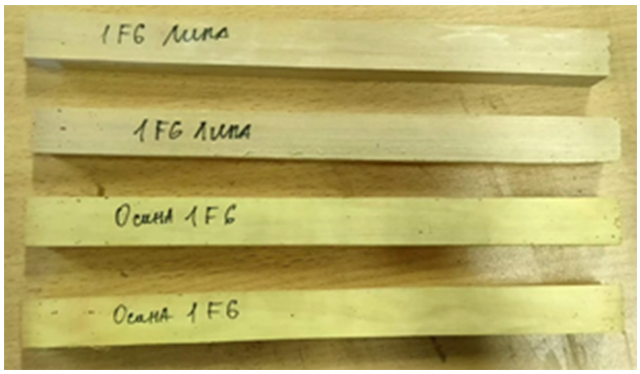


Рис. 1. Внешний вид древесины липы и осины, обработанной раствором на основе препарата UpGUARD F6
Fig. 1. The appearance of wood linden and aspen treated with a solution based on the drug UpGUARD F6

Рис. 2. Внешний вид древесины липы и осины, обработанной раствором на основе препарата UpGUARD F7
Fig. 2. The appearance of wood linden and aspen treated with a solution based on the drug UpGUARD F7

Рис. 3. Внешний вид древесины липы и осины, обработанной раствором на основе препарата NEOMID
Fig. 3. The appearance of wood linden and aspen treated with a solution based on the drug NEOMID

Рис 4. Внешний вид древесины липы и осины, обработанной жидким стеклом
Fig. 4. The appearance of wood linden and aspen treated with liquid glass

Далее проводились исследования по определению физико-механических и огнезащитных свойств древесины, обработанной и не обработанной антипиренами. Определение физико-механических свойств проводилось согласно стандартным методикам испытаний.

Для определения предела прочности при статическом изгибе выпиливались образцы размерами 20×20×300 мм, которые испытывались на испытательной машине Werkstoffprüfmaschinen Leipzig.

Для определения предела прочности при сжатии вдоль волокон выпиливались образцы размерами 20×20×30 мм, а форма и размеры образцов для определения предела прочности при скалывании вдоль волокон представлены на рис. 5. Испытания также проводились на испытательной машине Werkstoffprüfmaschinen Leipzig (рис. 6, 7).

Электронный архив УГЛТУ

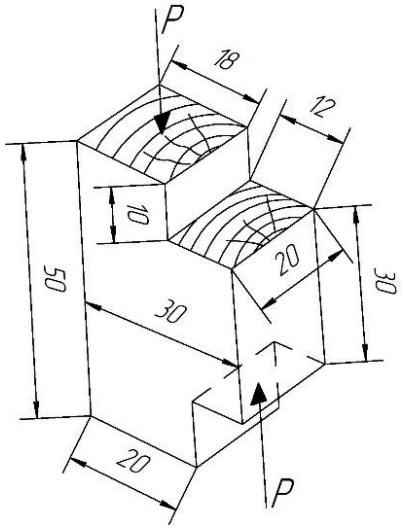


Рис 5. Форма и размеры образцов для определения предела прочности на скалывание вдоль волокон
Fig. 5. The shape and dimensions of the samples for determining the tensile strength along the fibers

Рис. 6. Проведение испытаний по определению предела прочности при сжатии вдоль волокон
Fig. 6. Conducting tests to determine the compressive strength along the fibers

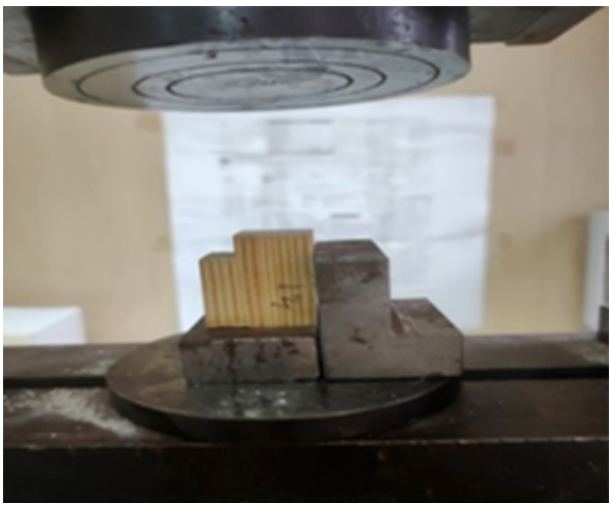


Рис. 7. Проведение испытаний по определению предела прочности при скалывании вдоль волокон
Fig. 7. Conducting tests to determine the ultimate strength when chipping along the fibers

Далее осуществлялась статистическая обработка полученных экспериментальных данных. Результаты исследований представлены на рис. 8–10.

Проверка огнестойкости древесины проводилась по нестандартной методике на образцах размерами 20×20×200 мм.

Используемые в исследованиях антипирены имеют разные принципы защиты от огня. Так, при нанесении на древесную подложку рабочих растворов на основе препаратов UpGUARD F6 и UpGUARD F7 под воздействием повышенной температуры выделяются негорючие и нейтральные газы, которые создают барьер между древесиной и источником тепла, а также снижают концентрацию горючих газов, образующихся при термическом разложении древесины, что предотвращает ее возгорание. Кроме того, растворы действуют как

Электронный архив УГЛТУ

грунтовка, т. е. выравнивают поверхность древесной подложки и улучшают ее сцепление с лакокрасочными материалами (UpGUARD F6, 2024; UpGUARD F7, 2024). При нанесении раствора на основе препарата NEOMID (Огнебиозащита…, 2024) соли, входящие в состав антипирена, оседают на поверхности, образуют защитный слой и тем самым обеспечивают сопротивление пламени (Жидкое стекло…, 2024), а при использовании жидкого стекла на поверхности древесины образуется негорючая пленка, которая предотвращает доступ кислорода и при контакте с огнем древесина не может загореться (Выставка домов…, 2024).

Результаты исследований по определению полного времени сгорания образцов древесины, обработанной и не обработанной антипиренами, после их статистической обработки представлены на рис. 11.

Также проведен сравнительный анализ стоимости обработки поверхности древесины липы (осины) рассмотренными огнезащитными составами, представленный далее.

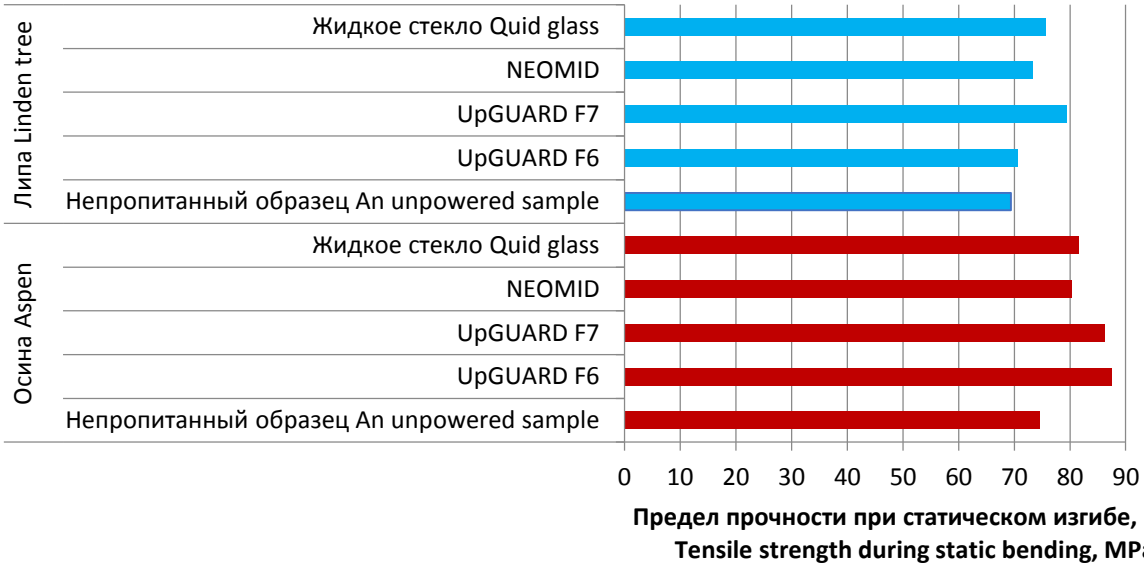


Рис. 8. Результаты исследования по определению предела прочности при статическом изгибе
Fig. 8. Results of a study to determine the tensile strength during static bending

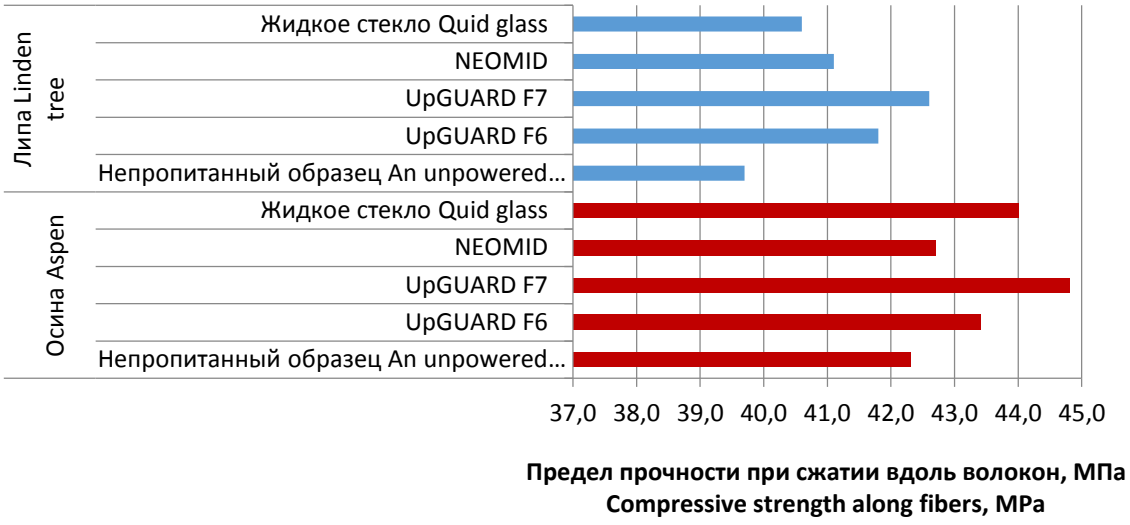


Рис. 9. Результаты исследования по определению предела прочности при сжатии вдоль волокон
Fig. 9. Results of the study to determine the compressive strength along the fibers

Электронный архив УГЛТУ

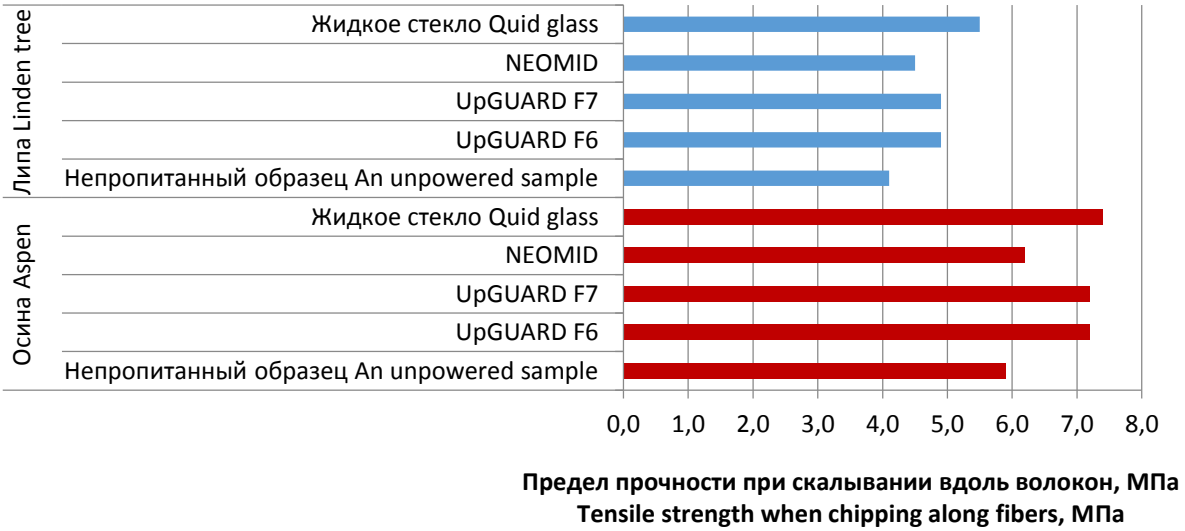


Рис. 10. Результаты исследования по определению предела прочности при скалывании вдоль волокон
Fig. 10. Results of a study to determine the shear strength along the fibers

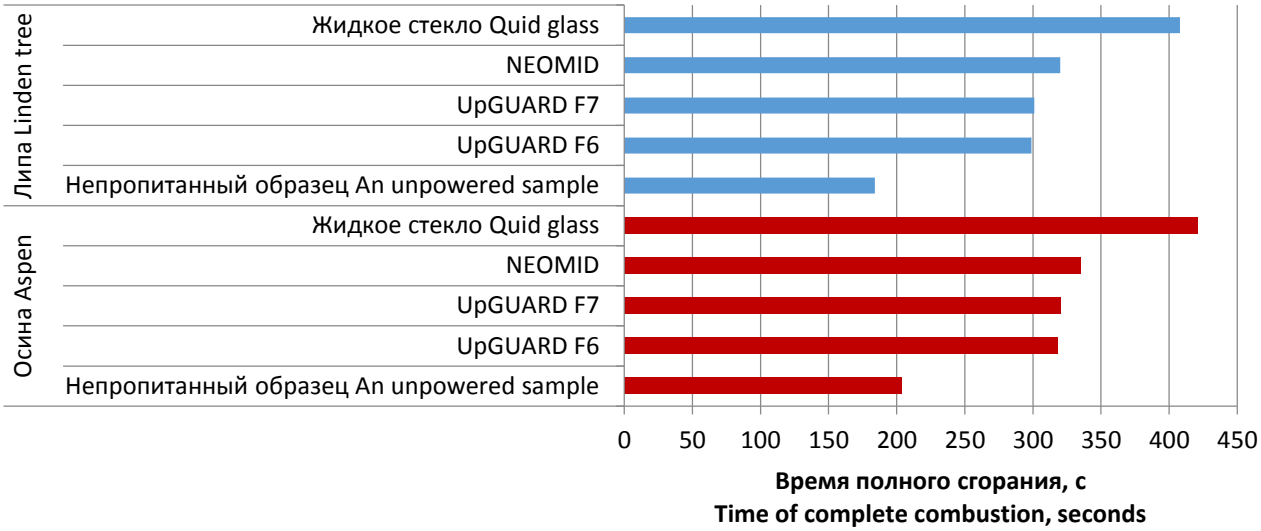


Рис. 11. Результаты исследования по определению времени полного сгорания
Fig. 11. The results of the study on determining the time of complete combustion

Стоимость обработки 1 м^2, руб.
The cost of treating 1 m^2, Rub.

UpGuard F6 22,4
UpGuard F7 23,6
NEOMID 45
Жидкое стекло / Liquid glass 17,1

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Обработка древесины разными огнезащитными составами (антипиренами) позволяет увеличить показатели ее физико-механических свойств:

– предела прочности при статическом изгибе: осины – от 7,5 (NEOMID) до 17,1 % (UpGUARD F6), липы – от 1,9 (UpGUARD F6) до 14,4 % (UpGUARD F7);

Электронный архив УГЛТУ

– предела прочности при сжатии вдоль волокон: осины – от 1 (NEOMID) до 6 % (UpGUARD F7), липы – от 1 (NEOMID) до 7,3 % (UpGUARD F7);

– предела прочности при скалывании вдоль волокон: осины – от 4,4 (NEOMID) до 25,4 % (жидкое стекло), липы – от 9,8 (NEOMID) до 34 % (жидкое стекло).

2. Все образцы, обработанные антипиренами, показали увеличение времени полного сгорания по сравнению с необработанными образцами. По результатам исследований наилучшие свойства достигаются при обработке поверхности древесины жидким стеклом, которое повышает огнезащитные свойства на 106 % (осина) и на 122 % (липа).

3. При обработке 1 м^2 поверхности древесины липы (осины) жидким стеклом стоимость обработки будет минимальной и составит 17 руб. 10 коп.

Список источников

Антипирены – виды, свойства и назначения // ABC строй защита : [сайт]. URL: https://stroy-zashita.ru/blog/antipiren/ (дата обращения: 25.10.2024).

Жидкое стекло для обработки древесины, плюсы и минусы применения // Конструктор : [сайт]. URL: https:// tk-konstruktor.ru/articles/zhidkoe-steklo-dlya-obrabotki-drevesiny-plyusy-i-minusy-primeneniya/ (дата обращения: 19.12.2024).

Выставка домов. Малоэтажная страна : Огнезащитная обработка деревянных конструкций – виды и составы пропиток, технология нанесения, требования; огнезащитная обработка деревянных конструкций: разновидности пропитки и их свойства, правила нанесения, требования. URL: https://m-strana.ru/articles/ (дата обращения: 19.12.2024).

Огнебиозащита NEOMID I группа, сухой концентрат 1:5 // NEOMID : [сайт]. URL: https://neomid.ru/catalog/ognezashchitnye-sostavy/sukhoy-vodorastvorimyy-kontsentrat-dlya-ognebiozashchity-drevesiny/ (дата обращения: 19.12.2024).

Отличия несолевых огнебиозащитных пропиток для древесины от солевых // Нанто – огнезащитные материалы : [сайт]. URL: https://www.nanto01.ru/articles/otlichiya-nesolevyh-propitok-ot-solevyh.html/ (дата обращения: 25.10.2024).

Петрова Е. А., *Корольченко А. Я.* Современные средства огнезащиты древесины // Российский химический журнал. 2003. Т. XLVII, № 4. С. 49–54.

Пижурин А. А., *Розенблит М. С.* Исследования процессов деревообработки. М. : Лесн. пром-сть, 1984. 232 с.

Применение жидкого стекла для защиты дерева: как покрывать, пропитка // Краски.нет : [сайт]. URL: https://kraski-net.ru/spetsialnye-materialy/obrabotka-drevesiny/obrabotka-dereva-zhidkim-steklom-plyusy-i-minusy (дата обращения: 19.12.2024).

Солевые пропитки – «устаревший» способ огнезащиты деревянных конструкций // Индустрия краски : [сайт]. URL: https://www.ind74.ru/news?id=187/ (дата обращения: 25.10.2024).

Стенина Е. И., *Левинский Ю. Б.* Защита древесины и деревянных конструкций. Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. 223 с.

Что представляют собой антипирены // ИзолМакс : [сайт]. URL: https://izolmaks.ru/poleznaia-informatciia/chto-takoe-antipiren/ (дата обращения: 25.10.2024).

UpGUARD F6 (концентрат). Серия F // UpGUARD. На страже вашего дома : каталог. URL: https://up-guard.ru/product/upguard-f6/ (дата обращения: 19.12.2024).

UpGUARD F7 (концентрат). Серия F – UpGUARD. На страже вашего дома : каталог. URL: https://up-guard.ru/product/upguard-f7/ (дата обращения: 19.12.2024).

Электронный архив УГЛТУ

References

Application of liquid glass to protect wood: how to cover, impregnation // Kraski.net : [website]. URL: https://kraski-net.ru/spetsialnye-materialy/obrabotka-drevesiny/obrabotka-dereva-zhidkim-steklom-plyusy-i-minusy/ (accessed 19.12.2024).

Differences between non-salt fire-protective impregnations for wood and salt impregnations // Nano – flame-retardant materials : [website]. URL: https://www.nanto01.ru/articles/otlichiya-nesolevyh-propitok-ot-solevyh.html / (accessed 10.25.2024).

Exhibition of houses. Low-rise country : Fire-resistant treatment of wooden structures – types and compositions of impregnations, application technology, requirements; Fire-resistant treatment of wooden structures: types of impregnation and their properties, application rules, requirements. URL: https://m-strana.ru/articles/ (accessed 19.12.2024).

Fire Protection NEOMID I Group, dry concentrate 1:5 // NEOMID : [website]. URL: https://neomid.ru/catalog/ognezashchitnye-sostavy/sukhoy-vodorastvorimyy-kontsentrat-dlya-ognebiozashchity-drevesiny/ (accessed 19.12.2024).

Flame retardants – types, properties and purposes // ABC Stroy Zashita : [website]. URL: https://stroy-zashita.ru/blog/antipiren/ (accessed 25.10.2024).

Liquid glass for wood processing, advantages and disadvantages of the application // Konstruktor : [website]. URL: https://tk-konstruktor.ru/articles/zhidkoe-steklo-dlya-obrabotki-drevesiny-plyusy-i-minusy-primeneniya/ (accessed 19.12.2024).

Petrova E. A., *Korolchenko A. Ya.* Modern means of fire protection of wood // Russian Chemical Journal. 2003. Vol. XLVII, № 4. P. 49–54. (In Russ).

Pizhurin A. A. Rozenblit M. S. Studies of woodworking processes. Moscow : Forest Industry, 1984. 232 p.

Salt impregnations are an “outdated” method of fire protection of wooden structures // Industriya kraski : [website]. URL: https://www.ind74.ru/news?id=187 (accessed 25.10.2024).

Stenina E. I., *Levinsky Yu. B.* Protection of wood and wooden struc-tures. Yekaterinburg : UGLTU, 2011. 223 p.

UpGuard F6 (concentrate). F Series // UpGuard : [website]. URL: https://up-guard.ru/product/upguard-f6/ (accessed 19.12.2024).

UpGuard F7 (concentrate). F Series // UpGuard : [website]. URL: https://up-guard.ru/product/upguard-f7/ (accessed 19.12.2024).

What are flame retardants? // izolmaks : [website]. URL: https://izolmaks.ru/poleznaia-informatciia/chto-takoe-antipiren / (accessed 25.10.2024). (In Russ).

Информация об авторах

А. И. Шамов – студент;

И. В Яцун – доктор технических наук, доцент;

С. Б. Шишкина – кандидат технических наук.

Information about the authors

A. I. Shamov – student;

I.V. Yatsun – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;

S.B. Shishkina – Candidate of Technical Sciences.

Статья поступила в редакцию 06.03.2025; принята к публикации 25.03.2025.

The article was submitted 06.03.2025; accepted for publication 25.03.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 170–184.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 170–184.

Научная статья
УДК 666.973.2
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДРЕВЕСНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОГО ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Сергей Николаевич Долматов[1], Николай Витальевич Смертин[2]

[1, 2] Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
[1] pipinaskus@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9297-3699
[2] kolya.smertin@mail.ru; https://orcid.org/0009-0003-1566-669X

Аннотация. Переработка низкокачественной древесины и древесных отходов – устойчивый мировой тренд развития лесоперерабатывающей промышленности. Актуальность темы обусловлена наличием значительных объемов неиспользуемых древесных ресурсов, вовлечение в промышленный оборот которых позволит не только получить дополнительные доходы, но и снизит высокую экологическую нагрузку, связанную с негативным влиянием древесных отходов в плане их высокой пожарной опасности и способствования распространению вредителей леса. В работе исследованы физико-механические свойства (плотность, прочность, теплопроводность) древесно-минерального композита (ДМК), изготовленного на основе механоактивированного древесного наполнителя и минерального вяжущего (портландцемента). Механоактивация проводилась путем кавитационной обработки пульпы, содержащей воду и сосновые опилки. Методика исследования заключалась в первоначальном анализе отечественных и зарубежных публикаций по теме исследований композиционных материалов из древесного сырья, проведении натурного эксперимента с изготовлением и испытанием экспериментальных образцов древесно-минерального композита из кавитированных древесных опилок. В результате работы установлено, что кавитационная обработка древесных опилок приводит к резкому повышению прочностных показателей ДМК. Механоактивация древесных опилок позволяет увеличить прочность опилкобетона до величины 15,8 МПа. Величина предела прочности соответствует показателю керамзитобетонного или пескобетонного блока М 100 или конструкционного бетона В 15. Кавитационная обработка древесного сырья полностью исключает негативное влияние водорастворимых веществ на процессы набора прочности портландцементом. Производство ДМК позволяет вовлекать в переработку лигноцеллюлозные отходы с получением негорючих экологичных материалов, пригодных в качестве стеновых, с возможностью адаптации для выпуска различного вида плит, панелей, крупноформатных строительных конструкций.

Ключевые слова: древесно-минеральный композит, механоактивация, кавитация, плотность, прочность, теплопроводность

Для цитирования: Долматов С. Н., Смертин Н. В. Исследование прочности и теплопроводности древесно-минерального композита, изготовленного из механоактивированного древесного сырья // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3(94). С. 170–184.

© Долматов С. Н., Смертин Н. В., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

RESEARCH OF STRENGTH AND THERMAL CONDUCTIVITY OF WOOD-MINERAL COMPOSITE MADE FROM MECHANICALLY ACTIVATED WOOD RAW MATERIAL

Sergey N. Dolmatov[1], Nikolay V. Smertin[2]

[1, 2] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

[1] pipinaskus@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9297-3699

[2] kolya.smertin@mail.ru; https://orcid.org/0009-0003-1566-669X

Abstract. Processing of low-quality wood and wood waste is a stable global trend in the development of the wood processing industry. The relevance of the topic is due to the presence of significant volumes of unused wood resources, the involvement of which in industrial circulation will not only generate additional income, but also reduce the high environmental burden associated with the negative impact of wood waste in terms of their high fire hazard and contributing to the spread of forest pests. The research investigates the physical and mechanical properties (density, strength, thermal conductivity) of wood-mineral composite (WMC) made on the basis of mechanically activated wood filler and mineral binder (portland cement). Mechanical activation was carried out by cavitation treatment of pulp containing water and pine sawdust. The research methodology consisted of the initial analysis of domestic and foreign publications on the topic of research into composite materials from wood raw materials, conducting a full-scale experiment with the production and testing of experimental samples of wood-mineral composite from cavitated wood sawdust. The result of the research is that cavitation treatment of wood sawdust leads to a sharp increase in the strength indicators of WMC. Mechanical activation of wood sawdust allows increasing the strength of sawdust concrete to 15,8 MPa. The value of the ultimate strength corresponds to the indicator of expanded clay concrete or sand concrete block M 100 or structural concrete B 15. Cavitation treatment of wood raw materials completely eliminates the negative impact of water-soluble substances on the processes of gaining strength of portland cement. The production of wood-mineral composites allows involving lignocellulose waste in processing to produce non-combustible, environmentally friendly materials suitable for wall applications, with the possibility of adaptation for the production of various types of slabs, panels, and large-format building structures.

Keywords: wood-mineral composite, mechanical activation, cavitation, density, strength, thermal conductivity

For citation: Dolmatov S. N., Smertin N. V. Research of strength and thermal conductivity of wood-mineral composite made from mechanically activated wood raw material // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 170–184.

Введение

Безотходные технологии и бережное потребление невозобновляемых природных ресурсов являются современным трендом стран, имеющих развитую экономику и долгосрочное планирование. Стратегия комплексной переработки, утилизации и обезвреживания отходов потребления и производства Российской Федерации, запланированная на срок до 2030 г., предусматривает производство бетонов различного назначения на основе органических заполнителей (Стратегия развития промышленности…, 2018). Такие строительные материалы имеют широкое распространение и устойчивый спрос. Это строительный

Электронный архив УГЛТУ

сектор как индивидуального жилищного строительства, так и сектор промышленной застройки.

Лесопромышленный сектор России ежегодно генерирует не менее 68–74 млн м^3 различных древесных отходов, перерабатывается не более 50 %. В Красноярском крае не менее 2,7 млн м^3 древесных отходов в год требуют переработки, но никак не осваиваются (Долматов и др., 2024).

Такие существенные объемы вторичных ресурсов, вместо того чтобы приносить дополнительный доход и удовлетворять потребности различных отраслей, напротив, требуют сил и средств на их сжигание или складирование, захоронение. Само их наличие, как пожароопасного материала, повышает риски пожаров. Как лесосеки, так и свалки и полигоны регулярно горят. Являясь пищей для вредителей леса, древесные отходы служат постоянным источником распространения популяции насекомых-вредителей.

Современные тренды углеродной нейтральности диктуют необходимость скорейшего перехода на увеличение производства и потребления древесного биотоплива, использование современных высокотехнологичных биопродуктов на основе комплексной переработки древесного сырья (Перспективы развития…, 2023).

Перспективным направлением, являющимся эффективным решением по утилизации древесных отходов, выступает производство композиционных материалов различного вида и назначения. Композитный материал является сочетанием нескольких видов материалов, когда физико-механические свойства конечного продукта обычно принципиально отличаются от свойств исходных компонентов. Основными компонентами композиционного материала является матрица, армирующие волокна и наполнители или добавки. Промышленность освоила выпуск в значительных объемах композитов с синтетическими вяжущими в виде различных смол. Это различного вида плиты и древесно-полимерные пластики. В последнее время из-за повышенного внимания к экологической части производства и применения древесно-полимерных композитов наметилась тенденция по поиску и внедрению материалов с низкой эмиссией фенольных смол. Разрабатываются лигноцеллюлозные композиты, в которых синтетические вяжущие не используются вовсе. В основе такой технологии лежит гидродинамическая обработка древесного сырья, в процессе которой происходит измельчение древесных частиц и их фибриллирование. Структура древесного композита образуется при восстановлении макромолекулярных водородных связей, которые были разрушены в процессе механоактивации (Формирование…, 2019).

С момента появления гидратируемых вяжущих принимаются активные и успешные попытки применения гипса, извести и цемента для производства древесно-минеральных композитов. Еще в начале XX в. такие материалы были получены в Австрии из гипса и древесной стружки. Промышленное производство древесно-минеральных композитов в виде плит (фирма Durisol) было налажено в 1930-х годах. Дальнейшим развитием стали плиты Velox (1950-е годы) и плиты Duripanel (1970-е годы). С момента первого изобретения этих продуктов в Европе эти материалы получили дальнейшее развитие, с различными названиями распространившись по всему миру. Построено и функционирует значительное количество предприятий по производству древесных композитов (чаще всего различного вида панелей) (Van Elten,1996).

В СССР в 1960–70-е годы также велись работы по активному освоению технологии древесно-минеральных композитов (ДМК). Были исследованы режимы и закономерности формирования материалов, построен и введен в эксплуатацию ряд заводов по производству блоков и панелей (Проекты ЦНИИМЭ, Гузерипльский ЛПХ (12 тыс. м^3 в год панелей ДМК), Солнечногорский ЛПХ (5 тыс. м^3 в год мелкоштучных блоков из ДМК)). Разработаны основные рекомендации и положения (Наназашвили, 1990). К сожалению, в настоящее время обширного крупномасштабного производства ДМК в РФ нет. По отрывочным сведениям, представленным в сети Интернет, суммарный объем производства ДМК составляет не более 40–50 тыс. м^3 в год.

Для сравнения: основной конкурент блоков из ДМК – автоклавный газобетон, который также

Электронный архив УГЛТУ

не является новинкой и в 2023 г. отметил 100-летие с момента своего появления, выпускается в большем на несколько порядков объеме. Общий объем производства автоклавного газобетона в 2023 г. составил 15,4 млн м^3, на долю Сибири и Дальнего Востока приходится около 12,7 % от общего объема производства (Статистика…, 2025).

Сибирский федеральный округ и Красноярский край в частности имеют существенный потенциал в области переработки низкокачественной древесины благодаря наличию доступных ресурсов низкокачественной и поврежденной пожарами и вредителями леса древесины. Общий объем древесины, поврежденной пожарами, лесными вредителями и не включенной в цикл промышленного производства, составляет не менее 200 млн м^3. Как правило, эти ресурсы располагаются в малоосвоенных и удаленных районах Красноярского края. Производство древесно-минеральных композиционных материалов с широким использованием в качестве исходного сырья вышеперечисленных ресурсов даст возможность получить доступный строительный материал, обладающий высокой прочностью, пожаробезопасностью, тепловой эффективностью и изготовленный из местного сырья, на простом и доступном технологическом оборудовании (Ковалев, Долматов, 2021).

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель – исследование прочности и теплопроводности древесно-минерального композита, изготовленного из механоактивированного древесного сырья.

Цель исследования предусматривает решение определенных задач:

1) провести анализ применимости технологий кавитационной обработки при производстве древесных композитов;

2) изготовить экспериментальные образцы ДМК из механоактивированных древесных опилок;

3) определить плотность, прочность и теплопроводность полученного ДМК.

Методика предусматривает анализ работ отечественных и зарубежных авторов в предметной области исследования, анализ нормативных документов, изготовление опытных образцов ДМК и проведение натурного эксперимента.

Объект исследования – древесно-минеральный композит, изготовленный из механоактивированных древесных опилок.

Предмет исследования – плотность, прочность, теплопроводность древесно-минерального композита.

Результаты и их обсуждение

Из-за широкого спектра переменных свойств композитные материалы из минеральной древесной массы можно в целом разделить на две отдельные группы. Композитные материалы, в которых древесные материалы (т. е. волокна, опилки) включены в качестве заполнителя в минеральную матрицу (например, опилкобетон). Композитные материалы, в которых минеральное связующее действует исключительно как связующее, работающее в контактном слое (например, арболит, фибролит). Классифицировать ДМК на основе гидратируемых вяжущих веществ можно на цементные, гипсовые, известковые, магнезиальные. Все эти вяжущие на минеральной основе использовались для производства низкоплотных теплоизоляционных (300–800 кг/м^3) и высокоплотных конструкционных (800–1400 кг/м^3) композитов.

Портландцемент – это самый доступный и широко распространенный материал, который при применении в виде вяжущего для ДМК даст водостойкий прочный композит. Гипсовые и магнезиальные вяжущие более чувствительны к влаге. ДМК, изготовленные на их основе, обычно могут применяться ограниченно, только внутри помещений стандартного влажностного режима. ДМК на портланцементе более долговечны, могут быть пригодны как для внутреннего, так и для наружного применения. В России гораздо большее распространение получили панели на основе синтетических смол (МДФ, ДВП, ДСП, облагороженные пластиком, пленкой и т. п.). Они производятся в гораздо больших объемах из-за низкой цены, высокой декоративности, простоты обработки. Однако они недостаточно влагостойки, горят и выделяют в окружающую среду пары фенолов и смол. Панели на основе ДМК обладают выгодными свойствами,

Электронный архив УГЛТУ

которые делают их более конкурентоспособными для наружного применения. Такие панели не горят и достаточно экологичны. Максимальный объем ДМК в виде облицовочных панелей производится в США. Обычно это сайдинг из целлюлозного волокна и цемента (Stark et al., 2010).

По прогнозным оценкам, ожидается рост производства и реализации фиброцемента и сайдинга с уровня в 4,5 млрд долл. в 2024 г. до 8,2 млрд долл. к 2034 г. То есть ежегодные темпы роста составляют не менее 6,2 % (Fiber Cement Siding…, 2025).

В региональном плане на рынке производства ДМК доминирует Северная Америка, поддерживаемая хорошо развитой строительной отраслью и различными программами кредитного строительства. США, в частности, являются ключевым участником из-за сравнительной дороговизны энергоносителей, электричества и, соответственно, наличия спроса на энергоэффективные строительные материалы. Азиатско-Тихоокеанский регион следует за ними, Китай, Южная Корея, Индия урбанизируются и динамично развиваются, что стимулирует рост рынка. Европа в плане производства ДМК также достаточно успешна, поскольку наличествуют весьма строгие законы в области энергосбережения и экологически чистых методов строительства.

Помимо организационных и маркетинговых вопросов, связанных с эффективностью и конкурентоспособностью ДМК, значительные проблемы представляет само сочетание органического древесного наполнителя и минеральной матрицы. Схватывание неорганических вяжущих является результатом достаточно сложной химической реакции, вызывающей последовательность стадий кристаллизации. Лигноцеллюлозный органический наполнитель древесно-минерального композита содержит в своем составе различные ингибиторы кристаллизации минеральных вяжущих. Это целлюлоза, гемицеллюлоза, водорастворимые вещества.

В работе И. Х. Наназашвили (1990) установлено, что наиболее активно ингибируют схватывание глюкоза, сахароза и гемицеллюлозы. Сорбит, являясь продуктом разложения альдегидной группы сахаров, сильнее всего негативно влияет на процесс гидратации вяжущего. При содержании сорбита в ДМК 0,5 % и более гидратация цемента замедляется или приостанавливается вовсе.

Сахара-мономеры (сахароза, глюкоза) при присутствии в небольшом объеме (0,125 % и менее) даже ускоряют схватывание. Однако при их концентрации 0,25 % и более практически полностью прекращают процесс гидратации цементного камня (Руденко, Плотников, 2019).

Следует сказать, что из-за высокой степени освоения лесов европейской части России зона интенсивных лесозаготовок неуклонно смещается на север страны. Сибирь и Дальний Восток РФ характеризуются суровыми климатическими условиями с серьезными отрицательными температурами весной и осенью и экстремальными морозами зимой. В этих условиях растут породы с содержанием водорастворимых веществ до 17–18 % и даже более (лиственница). Высокий процент сахаров защищает древесину от разрушения морозами. Поскольку водорастворимые вещества, а именно сахара, оказывают максимальное негативное влияние на процессы гидратации карбонатных вяжущих, необходим поиск путей снижения их концентрации или нейтрализации влияния (Влияние…, 2019).

Древесный материал в зависимости от своего размера при работе в составе ДМК может действовать как мелкий заполнитель или как армирующий элемент в матрице на основе минерального вяжущего. Возможны также некоторые промежуточные виды работы древесного материала. Таким образом, форма и размеры древесного сырья, используемого в качестве наполнителя, в достаточной степени влияют на физико-механические свойства ДМК. Установлено (Долматов, 2017а), что опилкобетон на основе опилок более мелкой фракции (опилки от ленточной либо цепной пилы) имеет больший предел прочности на сжатие. Мелкие частицы древесных опилок (полученные при ленточном пилении) достаточно близки по своим размерам к крупному песку. Это приводит к формированию плотного каркаса цементной матрицы с включениями мелких опилок как наполнителя. Крупные же частицы формируют иные по своей сути взаимодействия, основанные на адгезии

Электронный архив УГЛТУ

поверхности крупных частиц и цементной матрицы, а прочность этих связей невелика. То есть при формировании ДМК из мелкодисперсных древесных частиц основой прочности ДМК будет матрица из карбонатного вяжущего. С увеличением размера частиц возрастает влияние прочности контактного слоя древесина – цемент. И окончательно влияние контактной прочности проявляется на ДМК с волокнистой или игольчатой формой древесного заполнителя (фибролит и арболит). Для создания структурированной прочной матрицы обычно в рецептуры опилкобетона добавляют песок. Песок – достаточно плотный минеральный материал. Его введение существенно увеличивает плотность и теплопроводность материала, что негативно влияет на теплотехнические показатели ДМК.

В работах (Долматов, 2017б; Dolmatov et al., 2019) экспериментальным путем доказана принципиальная возможность изготовления теплоизоляционного материала на основе опилкобетона без добавления песка с достаточной самонесущей способностью. Приемлемую конструкционную группу прочности (В1,5; В2) образцов получить сложно из-за недостаточной прочности получаемого материала. При увеличении содержания цемента до 500–600 кг/м^3 теряется практический смысл теплоизоляционного материала, поскольку плотность образцов приближается к 1300 кг/м^3, а теплопроводность конкурирует с параметрами шлакобетонов. Добавление эмульсии ПВА при прочих равных условиях повышает прочностные показатели на 25–30 %. При этом практически не происходит повышения плотности и, соответственно, теплопроводности материала.

Приемлемые с точки зрения практического применения застройщиками показатели прочности композита (2,7 МПа) достигаются при затворении смеси латексной эмульсией, приготовленной при смешивании латексной добавки Latexcol-M и воды в пропорции 1:1 и соотношении древесных опилок и цемента как 1:2, т. е. на 1 кг опилок – 2 кг цемента. Плотность древесно-минерального композита равна 1070 кг/м^3. Просто опилки и цемент без введения нейтрализаторов сахаров или эмульсий, обволакивающих древесные частицы, дают прочность образца всего 0,4 МПа (Dolmatov et al., 2019) (рис. 1).

О критическом влиянии содержания сахаров, присутствующих в древесине, вызывающего несовместимость минеральных вяжущих и древесины, особенно в хвойных породах, говорится в работах (A study on the…, 2019; Бозылев, Ягубкин, 2017; Simatupang, Geimer, 1990; A new technique…, 1990). Гидратацию минеральных вяжущих при наличии продуктов экстракции присутствующих в композите частиц древесины улучшают путем обработки частиц или использования специальных добавок. Прежде всего это может быть длительная (до полугода) выдержка измельченной древесины на открытом воздухе либо использование химических компонентов (например, хлористый натрий и кальций, сульфат алюминия, карбонат кальция, жидкое стекло).

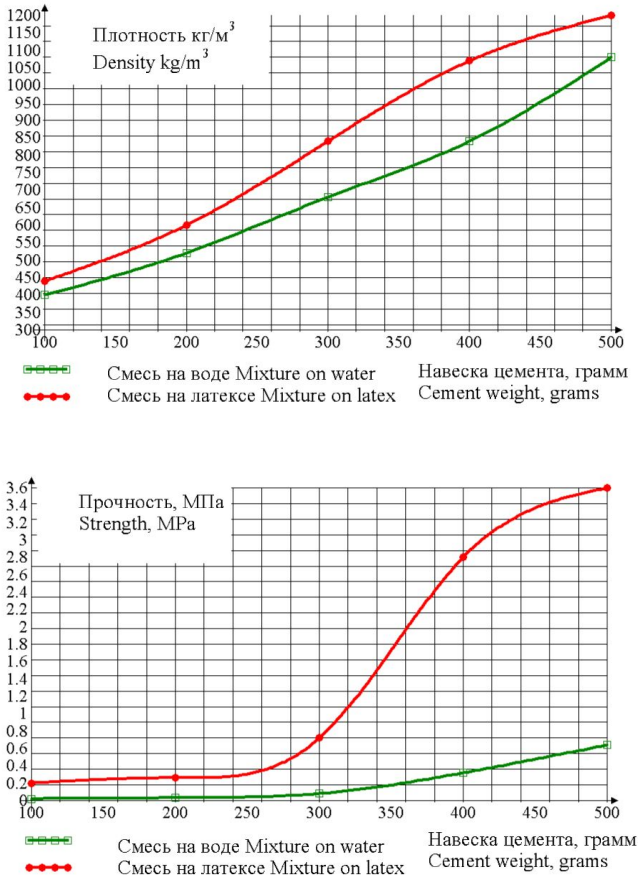


Рис. 1. Показатели плотности и прочности опилкобетона
Fig. 1. Density and strength indicators of sawdust concrete

Электронный архив УГЛТУ

Поскольку экстракция водорастворимых частиц осуществляется в водной среде, самым простым путем их исключения из состава ДМК будет длительная выдержка или вымачивание древесной дробленки. Вымачивание занимает длительное время. Для снижения содержания водорастворимых компонентов до приемлемого уровня в 4–5 % требуется несколько суток либо подогрев воды. И то и другое достаточно дорого и не может быть рекомендовано к промышленному применению. Кроме того, при обработке, например, опилок не устраняется еще один недостаток – необходимость формирования стабильной минеральной матрицы, для чего в рецептуру вводится песок, повышающий плотность и теплопроводность готового композита. Резко увеличить поверхность активного взаимодействия древесных частиц и извлечь водорастворимые компоненты позволяет процесс кавитационной обработки в водной суспензии. На этом принципе работает технология получения композитов из целлюлозно-лигносодержащего сырья без дополнительного связующего (Патент № 2656067, 2018). Способ получения плитных материалов включает помещение древесины сосны в емкость с водой, которую подвергают кавитационной обработке в течение 30 мин. Такая обработка, сопровождающаяся самопроизвольным разогреванием смеси, обеспечивает необходимую интенсификацию процессов разволокнения частиц и быстрый гидролиз гемицеллюлоз, деградацию лигнина с образованием более реакционноспособных соединений, содействующих образованию устойчивой матрицы древесного композита.

Кавитационная обработка позволяет получать пресс-массу в виде растительного сырья (древесные опилки, солома злаковых и др.) для формирования композиционного материала с физико-механическими показателями, удовлетворяющими требованиям евростандартов (Патент № 2381244, 2010).

В работе И. Б. Катракова и др. (2014) подтверждено, что кавитационная обработка растительного сырья сопровождается разрушением полисахаридной части (содержание в сосне уменьшается на 6,7–12,2 %) и частичной деградацией лигнина, что способствует переработке в готовые изделия без добавления связующих веществ. Кавитация является рабочим методом, пригодным для изменения структуры растительной пресс-массы в интересах формирования композиционных материалов.

В работе (Новые композиционные материалы…, 2012) обосновано, что путем кавитационного модифицирования обводненной диспергированной древесины сибирской лиственницы (содержание сухого вещества 20 %) цементом М400 в присутствии добавок $AlCl_3$ и Na_2SO_4, взятых в массовом соотношении 125:20:1, получен материал, характеризующийся плотностью 650 кг/м^3 и пределом прочности 2,6 МПа. При увеличении расхода цемента механическая прочность плитного материала закономерно увеличивается.

В работе Б. Д. Руденко, В. В. Кулак (2019) установлено, что кавитация позволяет практически полностью исключить вредное влияние водорастворимых веществ. Повышение прочности древесно-минерального композита достигается при повышенном расходе вяжущего и изменении формы, размеров и фракционного состава древесного наполнителя (Руденко, 2019).

Объектом исследования является древесно-минеральный композит (опилкобетон), представляющий собой легкий бетон с органическим древесным заполнителем, обработанным путем кавитационного воздействия. Предмет исследования – плотность, прочность, теплопроводность древесно-минерального композита. Для формирования древесного заполнителя использовались опилки древесины сосны, влажность которых составляла 40 %. Опилки просеивались от коры и мелких отходов через сито с ячейкой 5 мм.

Обработка древесного сырья проводилась в лабораторном гидродинамическом диспергаторе роторно-пульсационного типа (рис. 2). Сосновые опилки смешивались с водой температурой от 8 до 10 °С в баке *1* до концентрации 6 %. Установка предназначена для обеспечения процесса диспергации древесины в водной среде. Главной частью экспериментальной машины служит диспергатор *3*. Диспергатор или рафинер состоит из корпуса, выполненного в виде чугунной отливки. Подвижный ротор и неподвижный статор смонтированы

Электронный архив УГЛТУ

внутри рабочей камеры корпуса. Трехфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором *2* приводит в движение ротор. Суспензия из воды и опилок, подвергаемая диспергации, циркулирует через и задвижку *4* и трубу циркуляции *5*.

Конструктивное исполнение ротора предусматривает наличие резонаторов или резонансных камер, расположенных в виде радиальных прорезей (рис. 3).

При включении привода крутящий момент от электродвигателя через промежуточную опору, необходимую для компенсации угловых перемещений и снижения радиальной нагрузки на опоры ротора электродвигателя, передается на ротор. Ротор начинает вращаться. При этом происходит перекрытие полостей, сформированных конфузором, полостями, образованными резонансными камерами ротора. За счет того, что ротор вращается с достаточной частотой (число оборотов ротора двигателя 2950 об/мин), происходит высокочастотное пульсирующее изменение давления в этих полостях.

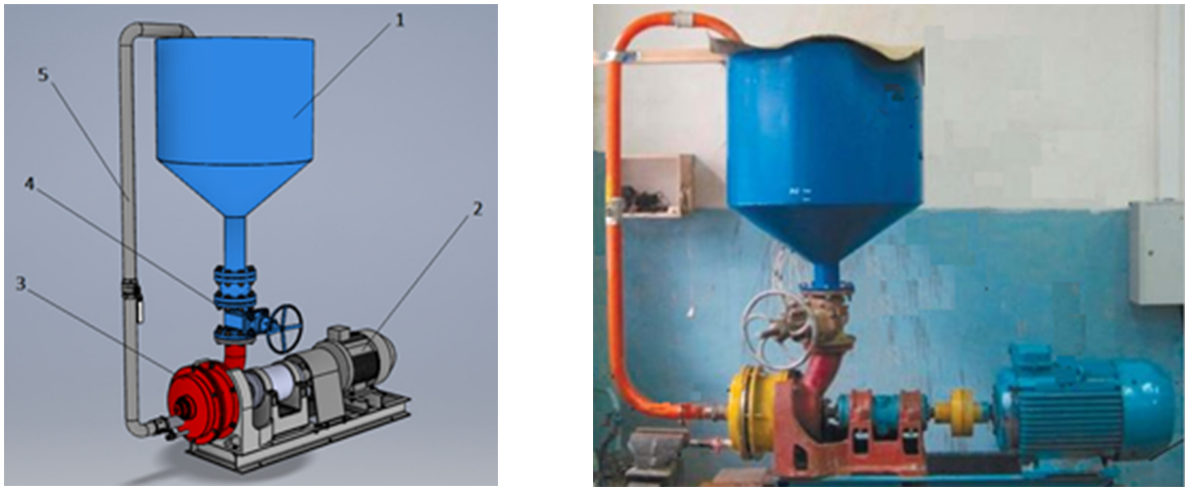


Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки РГГД-1:
1 – бак; *2* – электродвигатель; *3* – гидродинамический диспергатор;
4 – запорная арматура (задвижка); *5* – труба циркуляционная
Fig. 2. General view of the experimental setup RGGD-1:
1 – tank; *2* – electric motor; *3* – hydrodynamic disperser;
4 – shut-off valve (gate valve); *5* – circulation pipe

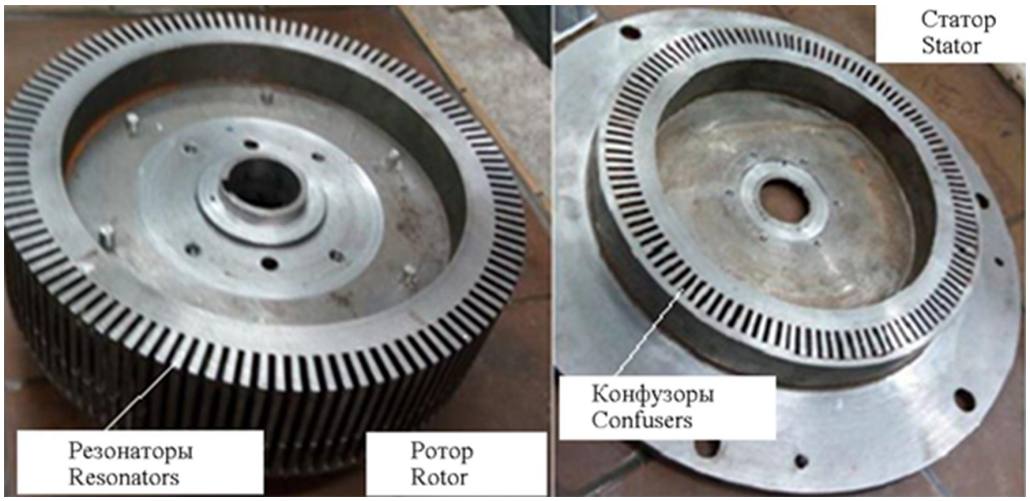


Рис. 3. Устройство рафинера установки диспергации
Fig. 3. Refiner device of the dispersion plant

Электронный архив УГЛТУ

Частицы древесины в составе пульпы находятся в состоянии гидравлического удара и разрушаются под действием гидродинамических сил в условиях турбулентного потока и явлений кавитации.

После того как суспензия приготавливается в баке *1*, осуществляется пуск установки и открывается задвижка *2*. Обработка длится 10 мин. Максимальная температура в конце обработки составляла 90 °С. После диспергации древесная масса переливалась в бак. Затем суспензия отстаивалась, для того чтобы из нее вытекли излишки воды. После отстаивания изымали часть суспензии и рассчитывали влажность, которая составляла 800 %. После обработки полученная масса отливается на специальную оснастку, представленную на рис. 4.

Рис. 4. Кавитированная древесная масса
Fig. 4. Cavitated wood pulp

Подготовленная масса обезвоживается в оснастке с сетчатым дном с размером ячеек 0,25 мм. Под действием силы тяжести вода удаляется через сетку. Влажность древесной массы после ее обезвоживания равна 140–180 %.

Образцы опилкобетона изготавливались следующим образом. Кавитированная древесная масса при помощи электрической дрели и насадки-миксера (венчика) перемешивалась с портландцементом. Использовались две навески портландцемента ПЦ 500 Эксперт /42,5Н ГОСТ 31108–2020 производства ООО «Красноярский цемент». В первом варианте (смесь 1) на 3 кг кавитированной древесной массы приходилось 2 кг цемента. Во втором варианте (смесь 2) на 3 кг кавитированной древесной массы приходилось 4 кг цемента. Полученной смесью заполнялись кубические разъемные металлические формы с размерами 50×50×50 мм и 100×100×100 мм (рис. 5). Проводилось уплотнение ручной трамбовкой. По ГОСТ 19222–2019 изготавливалось по шесть образцов каждого вида. Сушка образцов проводилась при комнатной

Рис. 5. Смесь после перемешивания и заполненные металлические формы
Fig. 5. Mixture after mixing and filled metal molds

Электронный архив УГЛТУ

температуре (+18….+22 °С). После 7 сут выдержки образцы освобождались из форм и маркировались. Полученные образцы ДМК находились в помещении при комнатной температуре в условиях естественной влажности 28 сут до момента набора прочности.

По истечении 28 сут определялась масса образцов и рассчитывалась их плотность. Теплопроводность образцов определялась методом нагретого зонда (ГОСТ 30256–94). Использовался прибор МИТ-1 ООО НПП «Интерприбор». МИТ-1 служит для определения теплопроводности теплоизоляционных, конструкционных, строительных материалов методом нагретого зонда. Измерительный зонд прибора помещался внутрь образцов опилкобетона. Для этого в образцах сверлом сверлились отверстия диаметром 6 мм.

Предел прочности при сжатии образцов определялся на гидравлическом испытательном прессе. Образец помещался между подвижными основаниями гидропресса. Включался привод, осуществлялось нагружение образца, определялся и записывался момент потери прочности (разрушения) образца. Фиксировался результат (показание динамометра гидропресса). Этапы проведения работ показаны на рис. 6.

После этого проводилась камеральная обработка экспериментальных данных. За момент разрушения принимался случай потери пропорциональности действующей нагрузки и деформации,

Рис. 6. Измерение массы, теплопроводности и прочности образцов
Fig. 6. Measurement of mass, thermal conductivity and strength of samples

Электронный архив УГЛТУ

когда образец выходил из зоны действия гуковских сил. Таким образом испытаниям подвергались все 12 образцов. Полученные в процессе эксперимента величины обрабатывались статистическими математическими методами с уровнем достоверности $R = 0{,}95$.

Полученные показатели плотности, прочности и теплопроводности приведены ниже.

Для смеси 1:

– плотность 1042 кг/м^3;

– предел прочности (сжатие) 8,4 МПа;

– коэффициент теплопроводности материала 0,41 Вт/(м^2·°С).

Для смеси 2:

– плотность 1162 кг/м^3;

– предел прочности (сжатие) 15,8 МПа;

– коэффициент теплопроводности материала 0,46 Вт/(м^2·°С).

Согласно полученным экспериментальным данным, кавитационная обработка древесных опилок приводит к резкому повышению прочностных показателей. При равной величине плотности опилкобетона прочность при сжатии образцов, изготовленных из некавитированного древесного сырья на латексной эмульсии, составляет 3,3 МПа (см. рис. 1) (Долматов, 2017б). Механоактивация древесных опилок позволяет увеличить прочность опилкобетона до 15,8 МПа. Величина предела прочности соответствует показателю керамзитобетонного или пескобетонного блока М100 или конструкционного бетона В15. Кавитационная обработка древесного сырья полностью исключает негативное влияние водорастворимых веществ на процессы набора прочности портландцемента.

Основными потребителями строительных материалов, изготовленных из древесно-минеральных композитов, являются в основном индивидуальные застройщики. Для таких застройщиков показатель группы прочности строительных материалов может быть определен как В2–В2,5. Это объясняется тем, что индивидуальный застройщик строит, как правило, одно-двухэтажный дом. С одной стороны, группа прочности В15 избыточна. С другой стороны, теплопроводность материала находится в прямой зависимости от его плотности, поэтому потребителю интересен стеновой материал, может, и не обладающий прочностью по В15, но имеющий высокие теплоизоляционные показатели. Полученный нами опилкобетон по показателю теплопроводности (0,41–0,46 Вт/(м^2·°С)) соответствует керамзитобетону (0,25–0,65 Вт/(м^2·°С)) и существенно уступает, например, классическому арболиту (0,18–0,25 Вт/(м^2·°С)) (Долматов, Никончук, 2019). Однако резерв по снижению прочности с величины 8,4–15,8 МПа до показателей 2–2,5 МПа позволяет предположить возможность получения низкоплотных древесно-минеральных композитов из кавитированного древесного сырья, имеющих высокие эксплуатационные показатели. В дальнейшем планируется определить необходимые оптимальные пропорции рецептуры минеральное вяжущее – древесный заполнитель и времени и параметров кавитационной обработки с целью получения материала с заданными физико-механическими свойствами (плотность, прочность, теплопроводность).

Выводы

Рынок производства и потребления композиционных материалов на основе минеральных вяжущих и древесных наполнителей различается по видам продукции, объемам производства и культуре потребления по всему миру. Тем не менее существует большой потенциал для вовлечения в промышленную переработку древесины и древесных отходов для изготовления композитов на минеральной основе. Такие материалы, как арболит, опилкобетон, фибролит, имеют высокую практическую ценность и могут служить сырьем для производства как стеновых, так и облицовочных декоративных материалов. Эти материалы позволяют вовлекать в переработку лигноцеллюлозные отходы с получением негорючих экологичных материалов, пригодных в качестве стеновых, с возможностью адаптации для выпуска различного вида плит, панелей, крупноформатных строительных конструкций.

Натурный эксперимент по изучению свойств древесно-минерального композита, изготовленного из механоактивированных опилок, установил позитивное влияние кавитационной обработки древесного сырья на показатели материала, важные

Электронный архив УГЛТУ

с точки зрения его практического использования. Установлено, что механоактивация древесного сырья позволяет получать древесно-минеральные композиты высокой прочности, при этом практически полностью исключается негативное влияние растворимых веществ, находящихся в древесине, на параметры гидратации цементного камня.

Список источников

Бозылев В. В., *Ягубкин А. Н.* Инновационный арболит с заданными свойствами // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС ; редкол. : О. Н. Лешкевич [и др.]. Минск, 2017. Вып. 9. С. 96–112.

Влияние древесных сахаров на прочностные характеристики древесно-цементных композиций / *А. В. Пряничникова*, *С. Н. Долматов*, *В. П. Стрижнев*, *М. З. Шаронова* // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 25–26 апреля 2019 года. Красноярск : Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2019. С. 115–117.

ГОСТ 19222–2019. Введен 2020-01-01. Арболит и изделия из него. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2019. 36 с.

ГОСТ 30256–94. Введен 1996-01-01. Материалы и изделия строительные метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. М. : МНТКС, 1996. 20 с.

ГОСТ 31108–2020. Введен 2021-03-01. Цементы общестроительные. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2020. 29 с.

Долматов С. Н. Влияние фракционного состава опилок на прочностные свойства опилкобетона // Журнал Сибирского федерального университета. Сер. : Техника и технологии. 2017а. Т. 10, № 1. С. 48–51. DOI: 10.17516/1999-494X-2017-10-1-48-51

Долматов С. Н. Прочностные свойства древесных композиций на основе опилок и портландцемента без введения минеральных заполнителей // Вестник научных конференций. 2017б. № 2-6 (18). С. 36–38.

Долматов С. Н., *Колесников П. Г.*, *Пережилин А. И.* Освоение низкокачественной поврежденной древесины и древесных отходов в Красноярском крае // Сибирский лесной журнал. 2024. № 6. С. 88–100. DOI: 10.15372/SJFS20240611

Долматов С. Н., *Никончук А. В.* Исследование показателей теплопроводности древесно-цементных композитов // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. 37, № 5. С. 341–346.

Катраков И. Б., *Маркин В. И.*, *Базарнова Н. Г.* Получение пресс-масс и плитных материалов на основе кавитированного растительного сырья // Известия Алтайского государственного университета. 2014. № 3-1 (83). С. 204–208. DOI: 10.14258/izvasu(2014)3.1-37

Ковалев Р. Н., *Долматов С. Н.* Анализ сырьевого потенциала поврежденных лесов Красноярского края в целях промышленного производства древесно-цементных композитов // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. 39, № 6. С. 483–491.

Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементных композиций. Л. : Стройиздат, 1990. 416 с.

Новые композиционные материалы на основе кавитированной древесины / *А. Т. Телешев*, *К. И. Быков*, *М. П. Коротеев* [и др.] // Доклады Академии наук. 2012. Т. 443, № 5. С. 598.

Патент № 2381244 C2 Российская Федерация, МПК C08L 97/02, B27K 9/00, B27N 3/04. Пресс-масса, способ ее получения и способ получения плитных материалов на ее основе : № 2008100649/02 : заявл. 09.01.2008 : опубл. 10.02.2010 / *И. Б. Катраков*, *Н. Г. Базарнова*, *В. И. Маркин*. EDN MFQSNM.

Патент № 2656067 C2 Российская Федерация, МПК B27N 3/04, C08L 97/02. Способ получения плитных материалов на основе кавитированного растительного сырья и синтетических связующих :

Электронный архив УГЛТУ

№ 2016145029 : заявл. 16.11.2016 : опубл. 30.05.2018 / *И. Б. Катраков*, *В. И. Маркин* ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет». EDN SPBCRP.

Перспективы развития низкоуглеродных технологий в лесопромышленном производстве / *А. В. Мехренцев*, *Э. Ф. Герц*, *Г. П. Бутко* [и др.] // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. VIII Всерос. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. СПб. : СПб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, 2023. С. 701–703.

Руденко Б. Д. Влияние структуры цементно-древесного композита на его прочность // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 56–1. С. 67–71. DOI: 10.18411/lj-11-2019-17

Руденко Б. Д., *Кулак В. В.* Формирование структуры гипсоцементно-древесного композита на основе кавитированных древесных частиц // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 55. С. 177–180.

Руденко Б. Д., *Плотников С. М.* Твердение цементно-древесной композиции при использовании сахарозы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 54. С. 270–274.

Статистика, собранная о рынке автоклавного газобетона // НААГ : [сайт]. URL: https://gazo-beton.org/ (дата обращения: 20.03.2025).

Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р // Собрание законодательства РФ. 2018. № 6. Ст. 920.

Формирование структуры плит малой плотности из гидродинамически активированных мягких отходов деревообработки / *В. Н. Ермолин*, *М. А. Баяндин*, *С. Н. Казицин*, *А. В. Намятов* // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 5 (371). С. 148–157. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.148

A new technique to classify the compatibility of wood with cement / M. Hachmi, A. A. Moslemi, A. G. Campbell, M. Idaho // Wood Science and Technology. 1990. № 354 (608). P. 345–354.

A study on the production process and properties of cement-based wood composite materials / *H. T. Sahin*, *A. I. Kaya*, *O. U. Yalchın* [et al.] // The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University. 2019. № 10 (2). P. 219–228.

Dolmatov S. N., *Nikonchuk A. V.*, *Martynovskaya S. N.* The strength of sawdust concrete, produced without mineral aggregates // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Workshop “Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP : Engineering – 2019”, Krasnoyarsk, 04–06 april 2019. London : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. Vol. 537. P. 32024. DOI: 10.1088/1757-899X/537/3/032024

Fiber Cement Siding Market Analysis and Forecast to 2034 // GIS : [website]. URL: https://www.globalinsightservices.com/reports/fiber-cement-siding-market/ (accessed 20.03.2025).

Simatupang M. H, *Geimer R. L.* Inorganic binder for wood composites : feasibility and limitations // Wood adhesive symposium proceedings, May 16–18, 1990. Madison, WI. P. 169–176.

Stark N. M., *Cai Z.*, *Carll C.* Wood-based composite materials: Panel products, glued-laminated timber, structural composite lumber, and wood-nonwood composite materials // Wood handbook: wood as an engineering material, USDA Forest Service, FPL; GTR-190. 2010. P. 11.1–11.28.

Van Elten G. J. Innovation in the production of cement-bonded particleboard and wood-wool cement board // 5th Int. Inorganic Bonded Wood and Fiber Comp. Mat. Conf. Spokane, Washington, USA, 1996.

Электронный архив УГЛТУ

References

A new technique to classify the compatibility of wood with cement / M. Hachmi, A. A. Moslemi, A. G. Campbell, M. Idaho // Wood Science and Technology. 1990. № 354 (608). P. 345–354.

A study on the production process and properties of cement-based wood composite materials / *H. T. Sahin*, *A. I. Kaya*, *O. U. Yalchın* [et al.] // The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University. 2019. № 10 (2). P. 219–228.

Bozylev V. V., *Yagubkin A. N.* Innovative arbolite with specified properties // Problems of modern concrete and reinforced concrete : collection of Scientific research / Institute BelNIIS ; editorial board : O. N. Leshkevich [et al.]. Minsk, 2017. Issue 9. P. 96–112. (In Russ.)

Dolmatov S. N. Strength properties of wood compositions based on sawdust and Portland cement without the introduction of mineral fillers // Bulletin of scientific conferences. 2017b. № 2–6 (18). P. 36–38. (In Russ.)

Dolmatov S. N. The influence of the fractional composition of sawdust on the strength properties of sawdust concrete // Journal of the Siberian Federal University. Series: Engineering and technology. 2017a. Vol. 10, № 1. P. 48–51. DOI: 10.17516/1999-494X-2017-10-1-48-51 (In Russ.)

Dolmatov S. N., *Kolesnikov P. G.*, *Perezhilin A. I.* Development of low-quality damaged wood and wood waste in the Krasnoyarsk Territory // Siberian Forest Journal. 2024. № 6. P. 88–100. DOI :10.15372/SJFS20240611 (In Russ.)

Dolmatov S. N., *Nikonchuk A. V.*, *Martynovskaya S. N.* The strength of sawdust concrete, produced without mineral aggregates // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP : Engineering – 2019", Krasnoyarsk, 04–06 april 2019. London : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. Vol. 537. P. 32024. DOI: 10.1088/1757-899X/537/3/032024

Dolmatov S. N., *Nikonchuk A. V.* Investigation of the thermal conductivity of wood-cement composites // Conifers of the boreal zone. 2019. Vol. 37, № 5. P. 341–346. (In Russ.)

Fiber Cement Siding Market Analysis and Forecast to 2034 // GIS : [website]. URL: https://www.globalinsightservices.com/reports/fiber-cement-siding-market/ (accessed 20.03.2025).

Formation of the structure of low-density slabs from hydrodynamically activated soft woodworking waste / *V. N. Ermolin*, *M. A. Bayandin*, *S. N. Kazitsin*, *A. V. Namyatov* // News of Higher Educational Institutions. Forest magazine. 2019. № 5 (371). P. 148–157. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.148 (In Russ.)

GOST 19222–2019. Arbolite and products made from it. General technical specifications. Moscow : Standardinform, 2019. 36 p.

GOST 30256–94. Building materials and products are a method for determining thermal conductivity with a cylindrical probe. Moscow : MNTKS, 1995. 20 p.

GOST 31108–2020. General construction cements. Technical specifications. Moscow : Standartinform, 2020. 29 p.

Industrial development strategy for the processing, utilization and neutralization of industrial and consumer waste for the period up to 2030 : Decree of the Government of the Russian Federation dated 25.01.2018 № 84-r // Collection of Legislation of the Russian Federation. 2018. № 6. St. 920. (In Russ.)

Katrakov I. B., *Markin V. I.*, *Bazarnova N. G.* Production of press masses and plate materials based on cavitated vegetable raw materials // Proceedings of the Altai State University. 2014. № 3-1 (83). P. 204–208. DOI: 10.14258/izvasu(2014)3.1-37 (In Russ.)

Kovalev R. N., *Dolmatov S. N.* Analysis of the raw material potential of the damaged forests of the Krasnoyarsk Territory for the industrial production of wood-cement composites // Conifers of the boreal zone. 2021. Vol. 39, № 6. P. 483–491. (In Russ.)

Nanazashvili I. H. Building materials from wood-cement compositions. Leningrad : Stroyizdat, 1990. 416 p.

Электронный архив УГЛТУ

New composite materials based on cavitated wood / *A. T. Teleshev*, *K. I. Bykov*, *M. P. Koroteev* [et al.] // Reports of the Academy of Sciences. 2012. Vol. 443, № 5. P. 598. (In Russ.)

Patent № 2381244 C2 Russian Federation, IPC C08L 97/02, B27K 9/00, B27N 3/04. The press mass, the method of its preparation and the method of obtaining plate materials based on it : № 2008100649/02 : application 09.01.2008 : published 10.02.2010 / *I. B. Katrakov*, *N. G. Bazarnova*, *V. I. Markin*. EDN MFQSNM.

Patent № 2656067 C2 Russian Federation, IPC B27N 3/04, C08L 97/02. Method of obtaining slab materials based on cavitated vegetable raw materials and synthetic binders : № 2016145029 : application 16.11.2016 : published 30.05.2018 / *I. B. Katrakov*, *V. I. Markin* ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Altai State University". EDN SPBCRP.

Prospects for the development of low-carbon technologies in timber processing / *A.V. Mehrentsev*, *E. F. Hertz*, *G. P. Butko* [et al.] // Forests of Russia: politics, industry, science, education : Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference, St. Petersburg, May 24–26, 2023. St. Petersburg : St. Petersburg State Forestry Technical University named after S. M. Kirov, 2023. P. 701–703. (In Russ.)

Rudenko B. D. The influence of the cement-wood composite structure on its strength // Trends in the development of science and education. 2019. № 56–1. P. 67–71. DOI 10.18411/lj-11-2019-17 (In Russ.)

Rudenko B. D., *Kulak V. V.* Formation of the gypsum-cement-wood composite structure based on cavitated wood particles // Actual problems of the forest complex. 2019. № 55. P. 177–180. (In Russ.)

Rudenko B. D., *Plotnikov S. M.* Hardening of the cement-wood mixture using sucrose // Actual problems of the forest complex. 2019. № 54. P. 270–274. (In Russ.)

Simatupang M. H, *Geimer R. L.* Inorganic binder for wood composites : feasibility and limitations // Wood adhesive symposium proceedings, May 16–18, 1990. Madison, WI. P. 169–176.

Stark N. M., *Cai Z.*, *Carll C.* Wood-based composite materials: Panel products, glued-laminated timber, structural composite lumber, and wood-nonwood composite materials // Wood handbook: wood as an engineering material, USDA Forest Service, FPL; GTR-190. 2010. P. 11.1–11.28.

Statistics collected on the autoclaved aerated concrete market // NAAG : [website]. URL: https://gazo-beton.org/ (accessed 20.03.2025).

The influence of wood sugars on the strength characteristics of wood-cement compositions / *A. V. Pryanichnikova*, *S. N. Dolmatov*, *V. P. Strizhnev*, *M. Z. Sharonova* // Young scientists in solving urgent scientific problems : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Krasnoyarsk, April 25–26, 2019. Krasnoyarsk : Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Tech-nology named after Academician M. F. Reshetnev", 2019. P. 115–117. (In Russ.)

Van Elten G. J. Innovation in the production of cement-bonded particleboard and wood-wool cement board // 5th Int. Inorganic Bonded Wood and Fiber Comp. Mat. Conf. Spokane, Washington, USA, 1996.

Информация об авторах

С. Н. Долматов – кандидат технических наук, доцент;

Н. В. Смертин – аспирант.

Information about the authors

S. N. Dolmatov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

N. V. Smertin – postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 19.04.2025; принята к публикации 24.05.2025.

The article was submitted 19.04.2025; accepted for publication 24.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 185–192.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 185–192.

Научная статья
УДК 674.02
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.018

ПОЛУЧЕНИЕ ОТДЕЛОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОЛНИСТОЙ ЯРКО ВЫРАЖЕННОЙ ТЕКСТУРОЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

О. Н. Чернышев[1], А. А. Лукаш[2], А. А. Пыкин[3], С. Н. Швачко[4], Д. М. Максименко[5]

[1] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[2–5] Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Олег Николаевич Чернышев, olegch62@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения отделочных композиционных материалов с волнистой текстурой из древесины мягких лиственных пород, имитирующих текстуру дуба. Показан разработанный авторами способ изготовления композиционных отделочных материалов, позволяющий для имитации текстуры дуба применять лущеный шпон разных пород и цвета с чередованием слоев, что позволяет обойтись без операции крашения. Предложенный способ обеспечивает получение декоративных пластин с улучшенными декоративными свойствами. Волнистая текстура образца, изготовленного по разработанному авторами способу из древесины березы и ольхи, более выразительна, чем текстура древесины дуба. Проведено исследование влияния режима склеивания на плотность декоративных планок для установления возможности применения декоративных планок повышенной плотности из древесины мягких лиственных пород в производстве паркета. Получена регрессионная модель зависимости плотности декоративных планок от условий склеивания: продолжительности прессования, толщины пакета шпона и температуры плит пресса. Установлено, что наибольшее влияние на целевую функцию оказывают продолжительность прессования и толщина пакета шпона. Максимальное значение плотности 830 кг/м^3 в рамках варьируемых факторов достигается в точках, соответствующих параметрам режима склеивания: продолжительность склеивания – 8 мин, толщина пакета шпона – 13,5 мм, температура плит пресса – 120 °С.

Ключевые слова: отделочный материал, декоративные свойства, лущеный шпон, склеивание, декоративная планка, волнистая структура, исследование, плотность

Для цитирования: Получение отделочных композиционных материалов с волнистой ярко выраженной текстурой из древесины мягких лиственных пород / О. Н. Чернышев, А. А. Лукаш, А. А. Пыкин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 185–192.

© Чернышев О. Н., Лукаш А. А., Пыкин А. А., Швачко С. Н., Максименко Д. М., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Original article

PRODUCTION OF FINISHING COMPOSITE MATERIALS WITH A WAVY PRONOUNCED TEXTURE FROM SOFT HARDWOOD

Oleg N. Chernyshev[1], Alexander A. Lukash[2], Alexey A. Pykin[3], Sergey N. Shvachko[4], Dmitry M. Maksimenko[5]

[1] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[2–5] Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

Corresponding author: Oleg N. Chernyshev,
olegch62@mail.ru

Abstract. The article discusses the issues of obtaining finishing composite materials with a wavy texture from soft hardwood imitating the texture of oak. The method developed by the authors for manufacturing composite finishing materials is shown, which makes it possible to use peeled veneer of different types and colors with alternating layers to imitate the texture of oak, which makes it possible to dispense with the dyeing operation. The proposed method provides for the production of decorative plates with improved decorative properties. The wavy texture of the sample, made according to the method developed by the authors from birch and alder wood, is more expressive than the texture of oak wood. A research of the effect of the gluing mode on the density of decorative slats has been conducted. A regression model of the dependence of the density of decorative slats on the bonding conditions is obtained: the duration of pressing, the thickness of the veneer package and the temperature of the press plates. It was found that the pressing time and the thickness of the veneer package have the greatest effect on the target function. The maximum density value of 830 kg/m^3 within the framework of variable factors is reached at the points corresponding to the parameters of the bonding mode: the bonding time is 8 minutes, the thickness of the veneer package is 13,5 mm, the temperature of the press plates is 120 °C.

Keywords: finishing material, decorative properties, peeled veneer, gluing, decorative slats, wavy structure, research, density

For citation: Production of finishing composite materials with a wavy pronounced texture from soft hardwood / O. N. Chernyshev, A. A. Lukash, A. A. Pykin [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 185–192.

Введение

Древесина мягких лиственных пород имеет низкие прочностные и декоративные показатели по сравнению с древесиной твердых лиственных пород (Уголев, 2007). Возрастающий дефицит хвойных и твердолиственных пород решается в настоящее время вовлечением в переработку лесов, не достигших возраста спелости (Гагарин, 2021). Постоянный рост цен на древесное сырье усугубляет ситуацию и приводит к еще большему дефициту ценной в техническом отношении древесины и росту цен на сырье. Решение проблемы дефицита ценной в техническом отношении древесины возможно при широком вовлечении в переработку древесины мягких лиственных пород и создании из нее продукции с улучшенными эксплуатационными показателями (Лукаш, Лукутцова, 2021). Одним из таких направления является изготовление отделочных материалов.

Улучшение декоративных свойств возможно путем формирования волнистой структуры, что позволит использовать древесину мягких лиственных пород при производстве качественных отделочных материалов. Известны некоторые способы получения волнистой структуры, например при изготовлении лущеного шпона вибрирующим лущильным ножом, на режущей кромке которого нарезаны мелкие зубья (Куликов, 1976). Недостатком

Электронный архив УГЛТУ

способа является значительная сложность устройства для придания лущильному ножу необходимой вибрации.

Известен прямослойный отделочный материал (айн-лайн) из древесины быстрорастущих мягких пород деревьев (Вараксин, 2017). Имитация яркой выраженной текстуры производится окрашиванием и чередованием слоев лущеного шпона разного цвета при их склеивании. А для реализации способа изготовления декоративных пластин из лущеного шпона мягких лиственных пород древесины (Патент 16540, 2009) требуется применение пресс-форм сложной конструкции и окрашивание водными красителями лущеного шпона. Простого способа, позволяющего получать композиционные материалы с волнистой ярко выраженной структурой (текстурой), не выявлено. Поэтому авторами разработан и предлагается к внедрению более совершенный способ изготовления декоративных пластин с волнистой ярко выраженной структурой из листов лущеного шпона мягких лиственных пород. Проведено исследование условий получения декоративных планок повышенной плотности из древесины мягких лиственных пород. Установлено, что при обеспечении необходимой плотности и твердости возможно применение в паркетном производстве изготовленных данным способом декоративных планок с яркой выраженной волнистой структурой.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель исследований – разработка способа изготовления древесных материалов из лущеного шпона древесины мягких лиственных пород с волнистой ярко выраженной структурой. Задача исследований – установление возможности изготовления декоративных планок повышенной плотности из древесины мягких лиственных пород. Объект исследования – декоративные пластины из лущеного шпона. Предмет исследований – технология изготовления композиционных отделочных материалов с ярко выраженной структурой. Склеивание образцов для определения зависимости влияния условий склеивания на плотность производилось в гидравлическом прессе марки П-713. Для склеивания применялась карбамидоформальдегидная смола (КФС) марки КФ 120-65 ТУ 2311-001-00252569-94. Целевую функцию (плотность) в момент испытаний ρ_w, кг/м^3, определяли по формуле

$$\rho_w = \frac{m_w}{a_w b_w l_w} = \frac{m_w}{V_w}, \quad (1)$$

где m_w – масса образца, кг;

a_w, b_w – размеры поперечного сечения образца, м;

l_w – длина образца, м;

V_w – объем образца, м^3.

Исследование влияния продолжительности склеивания (X_1 – 6–8 мин); толщины пакета (X_2 – 10,5–13,5 мм) и температуры плит пресса (X_3 – 110–120 °С) на плотность образцов выполнялось методом композиционного планирования эксперимента по плану Бокса (В3) в соответствии с методикой (Лукаш и др., 2022). Графические зависимости строились с помощью компьютерных программ PlanExp B-D13, Excel и SigmaPlot.

Результаты и их обсуждение

Разработанный авторами способ получения отделочных композиционных материалов с волнистой текстурой из древесины мягких лиственных пород заключается в том, что внутри склеиваемого пакета размещены верхние и нижние дополнительные элементы из шпона в форме пирамид, величина изгиба слоев шпона определяется размерами и количеством нижних и верхних дополнительных элементов и расстоянием между ними. Схема реализации способа приведена на рис. 1.

Каждый из дополнительных элементов 3 содержит слои лущеного шпона, уложенные в форме пирамиды, с постоянно уменьшающимся размером, например 120, 100, 80, 60, 40 мм. Величина изгиба слоев шпона (волнистость) определяется размерами и количеством дополнительных элементов и расстоянием между ними. Чередование в склеиваемом пакете листов шпона разного цвета и породы, например березы и ольхи, обеспечивает яркую выраженность текстуры, которая позволяет имитировать текстуру древесины дуба (рис. 2, *а*). Полученная волнистая структура даже более выразительна, чем структура дуба (рис. 2, *б*).

Электронный архив УГЛТУ

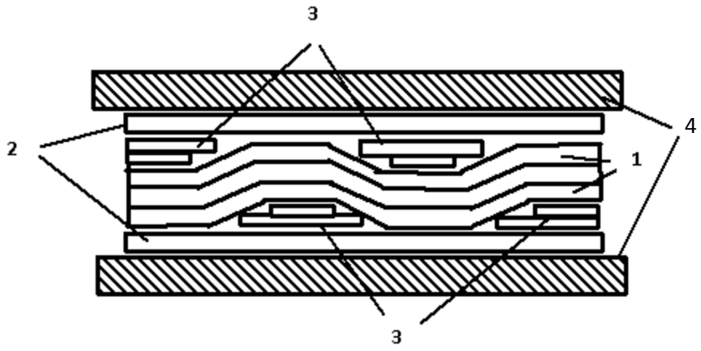
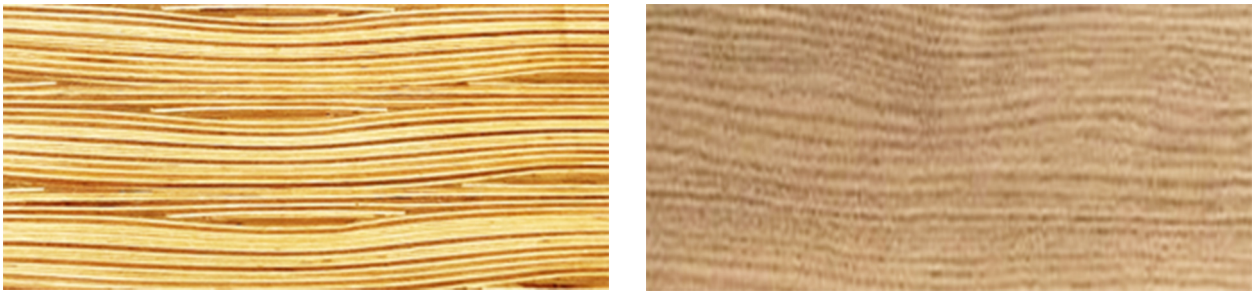


Рис. 1. Схема сборки склеиваемого пакета:
1 и *2* – внутренние и наружные слои пакета лущеного шпона;
3 – внутренние элементы в форме пирамиды; *4* – плиты пресса
Fig. 1. Assembly scheme of the glued package:
1 and *2* – inner and outer layers of the peeled veneer package;
3 – pyramid-shaped internal elements; *4* – press plates



а *б*

Рис. 2. Виды структуры образцов:
а – из древесины с волнистой структурой; *б* – дуба
Fig. 2. Types of sample structure:
а – made of wood with a wavy structure; *б* – oak

Древесина ольхи и березы имеет меньшую плотность и твердость, чем древесина дуба, вследствие чего не применяется при изготовлении паркета. Для установления возможности применения декоративных планок повышенной плотности из древесины мягких лиственных пород в производстве паркета проведено исследование зависимости плотности декоративных планок от параметров режима склеивания.

Постоянные факторы проведения исследований: лущеный шпон из древесины ольхи и березы толщиной 1,5 мм, клей КФ 120-65, расход клея 110–115 г/м^2; давление прессования 2 МПа. Переменные факторы – толщина пакета; продолжительность склеивания и температура плит пресса. Исследовалась плотность изготавливаемых образцов. Переменные факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 1.

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Математическая модель зависимости плотности декоративных планок от продолжительности прессования, толщины пакета шпона, температуры представлена следующим уравнением регрессии:

$$Y = 778{,}44+34{,}45X_1+39{,}18X_2+2{,}22X_3-45{,}33X_1^2-$$
$$-16{,}92X_2^2-13{,}32X_3^2+2{,}19X_1X_3+9{,}31X_1X_3+31{,}31X_2X_3.$$

Графические зависимости плотности декоративных планок от параметров режима склеивания проиллюстрированы на рис. 3, 4.

Установлено, что максимальное значение плотности 830 кг/м^3 в рамках варьируемых факторов достигается в точках, соответствующих параметрам режима склеивания: продолжительность склеивания – 8 мин, толщина пакета шпона – 13,5 мм, температура плит пресса – 120 °С.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Переменные факторы и уровни их варьирования
Variable factors and their levels of variation

Факторы Factors	Обозначения Designations		Интервал варьирования The range of variation	Уровни варьирования Levels of variation		
	в натуральном виде in its natural form	в кодированном виде in encoded form		нижний lower	основной main	верхний upper
				–1	0	1
1. Продолжительность склеивания, мин 1. Duration of gluing, min	τ	X_1	1	6	7	8
2. Толщина пакета шпона, мм 2. Veneer package thickness, mm	S_n	X_2	1,4	10,5	11,9	13,3
3. Температура, °С 3. Temperature, °С	T	X_3	5	110	115	120

Таблица 2
Table 2

Матрица планирования и результаты исследования
Planning matrix and research results

№	Кодированный вид Coded view			Натуральный вид Natural appearance			Плотность, ρ, кг/м³ Density, ρ, kg/m³
	X_1	X_2	X_3	τ, мин min	S_n, мм mm	T, °C	
1	–	–	–	6	10,5	110	678,0
2	+	–	–	8	10,5	110	724,0
3	–	+	–	6	13,3	110	678,0
4	+	+	–	8	13,3	110	758,0
5	–	–	+	6	10,5	120	589,5
6	+	–	+	8	10,5	120	698,0
7	–	+	+	6	13,3	120	740,0
8	+	+	+	8	13,3	120	832,0
9	–	0	0	6	11,9	115	707,0
10	+	0	0	8	11,9	115	725,0
11	0	–	0	7	10,5	115	726,7
12	0	+	0	7	13,3	115	800,0
13	0	0	–	7	11,9	110	769,0
14	0	0	+	7	11,9	120	769,7
15	0	0	0	7	11,9	115	726,0

Электронный архив УГЛТУ

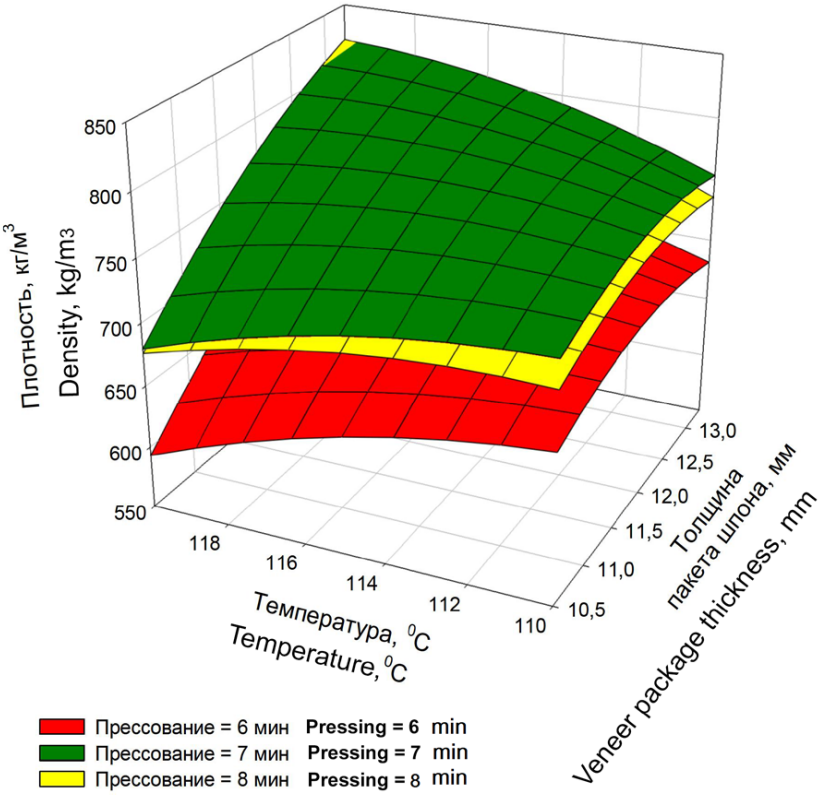


Рис. 3. Зависимость плотности от толщины пакета шпона и температуры плит пресса
Fig. 3. Dependence of density on the thickness of the veneer package and the temperature of the press plates

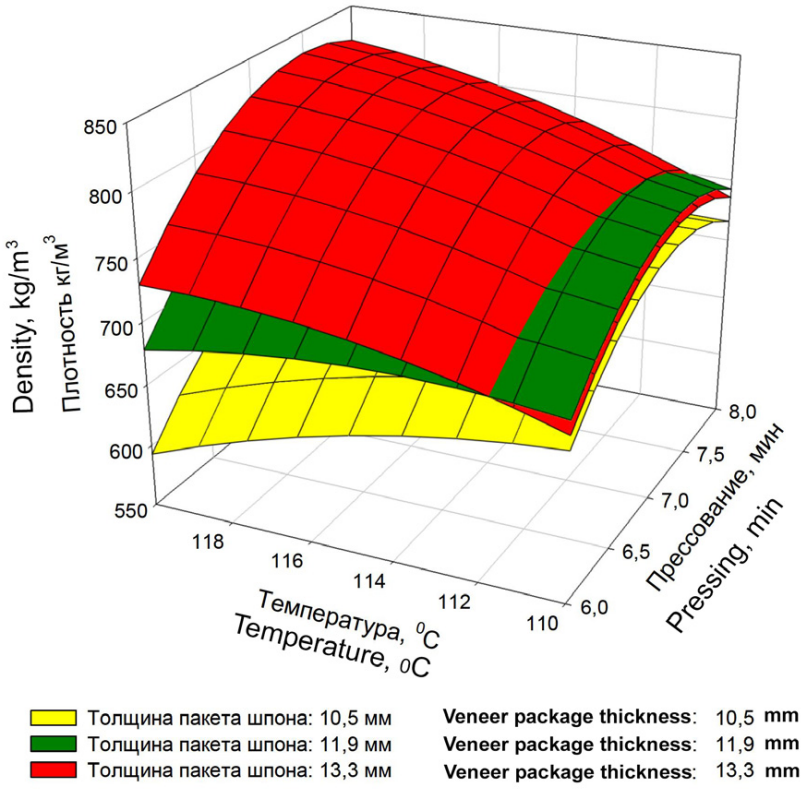


Рис. 4. Зависимость плотности от температуры плит пресса и продолжительности прессования
Fig. 4. Dependence of density on the temperature of the press plates and the duration of pressing

Электронный архив УГЛТУ

Выводы

В результате проведения исследований установлено следующее.

1. Авторами разработан способ изготовления композиционных отделочных материалов из древесины мягких лиственных пород, позволяющий имитировать текстуру дуба чередованием слоев лущеного шпона разных пород и цвета. Предлагаемый способ обеспечивает получение декоративных пластин с ярко выраженной волнистой текстурой. В опытном образце из древесины мягких лиственных пород волнистая структура более выразительна, чем структура древесины дуба.

2. Проведено исследование влияния режима склеивания на плотность декоративных планок. Получена регрессионная модель зависимости плотности декоративных планок от условий склеивания: продолжительности прессования, толщины пакета шпона и температуры плит пресса. Установлено, что наибольшее влияние на целевую функцию оказывают продолжительность прессования и толщина пакета шпона.

3. Полученная модель в виде адекватного уравнения регрессии со значимыми коэффициентами позволяет выполнять технологические задачи по изготовлению композиционных материалов с волнистой структурой. Максимального значения 830 кг/м^3 плотность достигает при продолжительности прессования 8 мин и толщине пакета шпона 13,5 мм. Установлено, что при обеспечении необходимой плотности и твердости возможно применение в паркетном производстве изготовленных данным способом декоративных планок с ярко выраженной волнистой структурой.

Список источников

Вараксин В. В. Использование реструктурированного шпона (файн-лайн) для облицовывания щитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник» / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2017. С. 60–62.

Гагарин Ю. Н. Научный комментарий к стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4, № 4. С. 147–178.

Куликов В. А. Производство фанеры. М. : Лесн. пром-сть, 1976. 117 с.

Лукаш А. А., *Вахнина Т. Н.*, *Чернышев О. Н.* Научные исследования в деревообработке : учеб. пособие. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 100 с.

Лукаш А. А., *Лукутцова Н. П.* Процессы комплексной переработки древесины мягких лиственных пород в композиционные материалы строительного назначения с улучшенными эксплуатационными свойствами. М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. 324 с.

Патент 16540 Республика Беларусь, МПК B 27 M 3/04, B 27 M 3/06 (2006.01). Способ изготовления декоративных пластин из лущеного шпона мягких лиственных пород древесины : № 20080589 ; заявл. 08.05.2008 ; опубл. 30.12.2009 / *Л. В. Игнатович*, *А. В. Шишов*, *С. А. Осоко*, *М. М. Мещерякова* ; заявитель БГТУ. 4 с.

Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М. : МГУЛ, 2007. 340 с.

References

Gagarin Yu. N. Scientific commentary on the strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation until 2030 // Issues of Forest Science. 2021. Vol. 4, № 4. P. 147–178. (In Russ.)

Kulikov V. A. Plywood production. Moscow : Forest Industry, 1976. 117 p.

Lukash A. A. Vakhnina T. N., *Chernyshev O. N.* Scientific research in woodworking : a textbook. Moscow ; Vologda : Infra-Engineering, 2022. 100 p.

Электронный архив УГЛТУ

Lukash A. A., *Lukuttsova N. P.* The processes of complex processing of soft hardwood into composite materials for construction purposes with improved performance properties. Moscow ; Berlin : Direct-Media, 2021. 324 p.

Patent 16540 Republic of Belarus, IPC In 27 M 3/04, In 27 M 3/06 (2006.01). Method of manufacturing decorative plates from peeled veneer of soft hardwood : № 20080589 ; doclared 08.05.2008 ; published 30.12.2009 / *L. V. Ignatovich*, *A. V. Shishov*, *S. A. Osoko*, *M. M. Meshcheryakova* ; Applicant and patent holder GTU. 4 p.

Ugolev B. N. Wood science with the basics of forest commodity science : textbook for universities. 3rd ed., revised. and additional materials. Moscow : MGUL, 2007. 340 p.

Varaksin V. V. The use of restructured veneer (fine-line) for cladding shields // Scientific creativity of youth – to the Russian forest complex : mater. XIII All-Russian Scientific and Technical conference of students and postgraduates and the Umnik program competition / Ural State Forest Engineering University. Yekaterinburg, 2017. P. 60–62. (In Russ.)

Информация об авторах

Олег Николаевич Чернышев – кандидат технических наук, доцент;
olegch62@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-9396-1246
Александр Андреевич Лукаш – доктор технических наук, профессор;
mr.luckasch@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-5675-6304
Алексей Алексеевич Пыкин – кандидат технических наук, доцент;
mr.luckasch@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-5675-6304
Сергей Николаевич Швачко – кандидат технических наук, доцент;
sshvachko@mail.ru, http://orcid.org/0009-0002-7670-1527
Дмитрий Максимович Максименко – аспирант,
ttazikofficial@mail.ru, http://orcid.org/0009-0009-7342-5687

Information about the authors

O. N. Chernyshev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
olegch62@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-9396-1246
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;
mr.luckasch@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-5675-6304
S. N. Shvachko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
sshvachko@mail.ru, http://orcid.org/0009-0002-7670-1527
D. M. Maksimenko – postgraduate student,
ttazikofficial@mail.ru, http://orcid.org/0009-0009-7342-5687

Статья поступила в редакцию 06.02.2025; принята к публикации 20.03.2025.
The article was submitted 06.02.2025; accepted for publication 20.03.2025.

Электронный архив УГЛТУ

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 193–204.
Forest of Russia and economy in them. 2025. № 3 (94). P. 193–204.

Научная статья
УДК 661.183.2
DOI: 10.51318/FRET.2025.94.3.019

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Ю. Л. Юрьев[1], И. К. Гиндулин[2], Т. М. Панова[3], О. Д. Авдюкова[4], Т. В. Штеба[5]

[1–4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия
[5] Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Оксана Дмитриевна Авдюкова, avdyukovaod@gmail.com

Аннотация. Активные угли возможно получать из наиболее распространенных на территории Уральского региона пород древесины (сосна, береза, осина). Активные угли (АУ), полученные на основе березового, осинового и соснового древесных углей с выбранными режимами пиролиза и активации, соответствуют требованиям ГОСТ 6217 для древесных активных дробленых углей по адсорбционной активности по йоду и ГОСТ 4453 для активных осветляющих углей по метиленовому синему, так как именно эти показатели являются важнейшими характеристиками развития пористой структуры дробленых и осветляющих активных углей. Наибольшая сорбционная активность по йоду наблюдается у березового активного угля, полученного из древесного угля (ДУ) с конечной температурой пиролиза 800 °С, и у осинового активного угля, полученного из ДУ с конечной температурой пиролиза 400 °С. Наибольшая сорбционная активность по метиленовому синему отмечается у осинового активного угля, полученного из ДУ с конечной температурой пиролиза 400 °С, и у березового активного угля, полученного из ДУ с конечной температурой пиролиза 800 °С. Использование в качестве сырья древесины сосны возможно при переработке крупнокусковых отходов со сравнительно низкой стоимостью, несмотря на пониженные значения сорбционной активности соснового активного угля по сравнению с аналогичным продуктом на основе березы и осины. Активные угли из древесины осины имеют более открытую пористую структуру, это увеличивает адсорбционные свойства данного сорбента как по йоду, так и по метиленовому синему. Сравнительно низкая механическая прочность и повышенная зольность ограничивают области применения осинового угля. Перспективность производства и практического применения активных углей из древесины осины обусловлена относительно высокими темпами прироста биомассы и способностью эффективно колонизировать лесосеки после проведения рубок главного пользования, что обеспечивает снижение удельных затрат на заготовку и переработку данного вида сырья.

© Юрьев Ю. Л., Гиндулин И. К., Панова Т. М., Авдюкова О. Д., Штеба Т. В., 2025

Электронный архив УГЛТУ

Ключевые слова: нанопористые углеродные сорбенты, активные угли, адсорбция, березовый уголь, сосновый уголь, осиновый уголь, сорбционная активность по йоду, сорбционная активность по метиленовому синему

Для цитирования: Сравнительная оценка сорбционных свойств активных углей из различных пород древесины / Ю. Л. Юрьев, И. К. Гиндулин, Т. М. Панова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 3 (94). С. 193–204.

Original article

COMPARATIVE EVALUATION OF ADSORPTION PROPERTIES OF ACTIVE CARBONS FROM DIFFERENT WOOD SPECIES

Yuri L. Yuryev[1], Ildar K. Hindulin[2], Tatyana M. Panova[3], Oksana D. Avdyukova[4], Tatyana V. Shteba[5]

[1–4] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
[5] Ural Institute of Fire Safety Science and Technology of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Oksana D. Avdyukova, avdyukovaod@gmail.com

Abstract. Activecoals can be obtained from the most common wood species in the Ural region (pine, birch, aspen). Active coals (AC) obtained on the basis of birch, aspen and pine coals with selected pyrolysis and activation modes meet the requirements of GOST 6217 for active crushed wood coals in terms of iodine adsorption activity and GOST 4453 for active clarifying coals in terms of methylene blue, since these indicators arethe most important characteristics of the development of the porous structure of crushedwood. natural and brightening active coals. Thehighest sorption activity for iodine is observed in birch activated carbon obtained from charcoal (DN) with a final pyrolysis temperature of 800 °C and in aspen activated carbon obtained from DN with a final pyrolysis temperature of 400 °C. The highest sorption activity for methylene blueis observed in aspen activated carbon obtained from charcoal (DN) with a final pyrolysis temperature of 400 °C and in birch activated carbon obtained from DN with a final pyrolysis temperature of 800 °C.The use of pine wood as a raw material is possible in the processing of large-scale waste with a relatively low cost,есмотря despite the reduced значения sorption activity of pine activated carbon compared toa similar product based on birch and aspen. Active coals from aspen wood have a more open porous structure, which increases the adsorption properties of this sorbent for both iodine and methylene blue. Relatively low mechanical strength and high ash content limit the application areas of aspen coal. The prospects for the production andpractical use of active coals andaspen wood products are determined by relatively high rates of biomass growth and the ability to effectively colonize cutting areas after the main use of logging, which reduces the unit cost of harvesting and processing this typeof rawmaterial.

Keywords: nanoporous carbon sorbents, active coals, adsorption, birch coal, pine coal, aspen coal, sorption activity for iodine, sorption activity for methylene blue

For citation: Comparative evaluation of adsorption properties of active carbons from different wood species / Yu. L. Yuryev, I. K. Gindulin, T. M. Panova [et al.] // Forests of Russia and the economy in them. 2025. № 3 (94). P. 193–204.

Электронный архив УГЛТУ

Введение

Основным сырьем для производства активных древесных углей (АУ) в России традиционно является березовая древесина. Получаемые на ее основе дробленые и осветляющие угли применяются во многих сферах народного хозяйства, в том числе в пищевой промышленности (Кинле, Бадер, 1984). К основным факторам, способствующим применению именно березовой древесины для производства АУ, можно отнести то, что получаемая продукция имеет сравнительно высокую механическую прочность и приемлемую зольность (Авдюкова, 2024а, б).

Перспективной сырьевой базой для производства АУ, по нашему мнению, также являются древесина сосны и осины. Преимущество сосновой древесины – низкая зольность и сравнительно высокая механическая прочность. Для осины характерна высокая скорость роста и способность быстрее других пород занимать места после вырубки (Юрьев и др., 2017). Основные места произрастания осины достаточно близко расположены к наиболее заселенным территориям, что заметно снижает транспортные расходы. В связи с этим проведение сравнительной оценки свойств АУ из этих трех пород древесины и условий активации является актуальной задачей (Авдюкова и др., 2024).

Цель, объекты и методика исследований

Целью работы является сравнительная оценка сорбционных свойств АУ, полученных из березы, осины, сосны при различных режимах пиролиза и активации.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи.

1. Изучить влияние условий пиролиза и активации на свойства полученных АУ.

2. Исследовать сорбционную активность по йоду АУ из различных пород древесины (сосны, осины и березы).

3. Исследовать сорбционную активность по метиленовому синему экспериментальных АУ из вышеуказанных пород древесины.

Исходным сырьем являлись ДУ, полученные в процессе пиролиза березовой, сосновой и осиновой древесины в диапазоне температур от 400 до 800 °С.

Непосредственным объектом исследования являлись АУ, полученные путем активации водяным паром уже существующих древесных углей, созданных при различных технологических режимах. Все работы проводили в научно-исследовательской лаборатории УГЛТУ.

Предварительно высушенную древесину сосны, березы и осины в виде брусков заданных размеров загружали в герметичную цилиндрическую емкость. Далее ее помещали в лабораторную муфельную печь, нагретую до температуры в соответствии с режимом. Процесс пиролиза проводили в диапазоне температур 400–800 °С. К газоотводной трубке, исходящей из реторты, подключали конденсатор, через который отводили сконденсированные пиролизные газы.

Установка для проведения процесса пиролиза состоит из герметичной цилиндрической емкости, муфельной лабораторной печи с регулируемой температурой обогрева, трубопровода для отвода ПГС в конденсационную установку (рис. 1).

После завершения процесса пиролиза полученные углеродные нанопористые материалы охлаждали в реторте до температуры 25 °С, выгружали, взвешивали и анализировали согласно методам, изложенным далее.

Активация ДУ проходила с применением установки, схема которой представлена на рис. 2.

Основными функциональными элементами являются герметичная цилиндрическая емкость и парогенератор, изготовленные из нержавеющей стали. Подача воды осуществляется с помощью перистальтического насоса в парогенератор фиксированными дозами, соответствующими предварительно установленным удельным нормам водяного пара, необходимого для активации. Обогрев герметичной цилиндрической емкости осуществляется контактным способом.

Навеску ДУ вносили в герметичную цилиндрическую емкость, которую помещали в лабораторную муфельную печь, нагретую до температуры в соответствии с установленными параметрами активации, которые показаны в табл. 1.

Электронный архив УГЛТУ

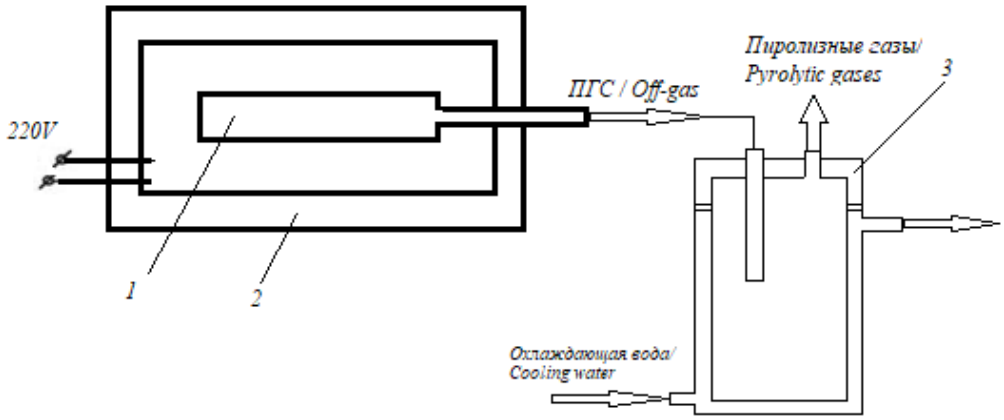


Рис. 1. Схема установки для проведения пиролиза древесины:
1 – герметичная цилиндрическая емкость; *2* – печь муфельная лабораторная;
3 – конденсационная установка
Fig. 1. Scheme of the installation for wood pyrolysis:
1 – hermetic cylindrical container; *2* – laboratory muffle furnace; *3* – condensation installation

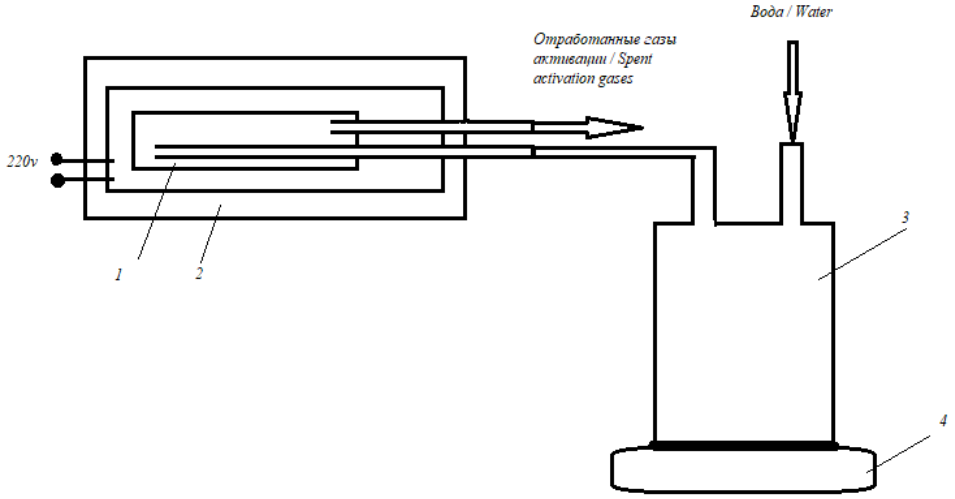


Рис. 2. Схема установки для проведения процесса активации древесины:
1 – герметичная цилиндрическая емкость; *2* – печь муфельная лабораторная; *3* –парогенератор;
4 – нагревательный элемент
Fig. 2. Scheme of the installation for carrying out the process of wood activation:
1 – hermetic cylindrical container; *2* – laboratory muffle furnace; *3* – steam generator; *4* – heating element

Таблица 1
Table 1

Параметры активации
Activation Parameters

Параметр активации Activation Parameter	Значения Values		
Температура активации, °С Activation temperature, °С	800	850	900
Продолжительность, мин Duration, min	60	80	100
Удельный расход пара, кг/кг ДУ Specific steam consumption, kg/kg of DU	1	1,4	1,8

Электронный архив УГЛТУ

После этого включали перистальтический насос для дозированной подачи воды в парогенератор. В качестве активирующего агента применяли образующийся перегретый пар. После окончания процесса, продолжительность которого составляла 60–100 мин, производили выгрузку материала, его взвешивание и анализ (Гиндулин, Свиридов, 2022).

Адсорбционную активность по йоду определяли по ГОСТ 6217 (1974), осветляющую способность по индикатору метиленовому синему – по ГОСТ 4453 (1976).

Результаты и их обсуждение

На основании результатов анализа активных углей из березы АУ (бер), осины АУ (ос) и сосны АУ (с) была проведена сравнительная оценка сорбционных свойств полученных нанопористых углеродных материалов.

Сравнительная характеристика древесных углей из березы, осины и сосны по сорбционной активности по йоду

Сорбционная активность по йоду свидетельствует о содержании микропор в образцах сорбента.

Результаты влияния температуры пиролиза на адсорбционную активность ДУ по йоду представлены на рис. 3.

Проведенные исследования показали, что конечная температура пиролиза существенно влияет на развитие пористой структуры углеродных материалов, определяя их адсорбционную активность по йоду (ГОСТ 6217–74). Установлено, что с повышением температурного режима процесса пиролиза в целом увеличивается объем микропор.

Как следует из рис. 3, максимальная активность по йоду наблюдается у осинового и соснового ДУ, полученных при температуре пиролиза 700–800 °С. Повышенная активность по йоду соснового ДУ связана с высокой пористостью исходной древесины за счет содержания трахеид, доля которых достигает 90–95 % по объему, что и формирует микропористость древесного угля в процессе пиролиза. Древесина осины в сравнении с березой характеризуется меньшей плотностью и более рыхлой структурой, что способствует раскрытию первичной пористости при пиролизе (Гаврилова, Назаров, 2015). В целом динамика формирования микропористой структуры углей с ростом температуры пиролиза имеет схожий характер для изученных пород древесины. Максимальных значений сорбционной активности по йоду все угли достигли при температуре пиролиза 700 °С, далее показатели стабилизируются или увеличиваются незначительно.

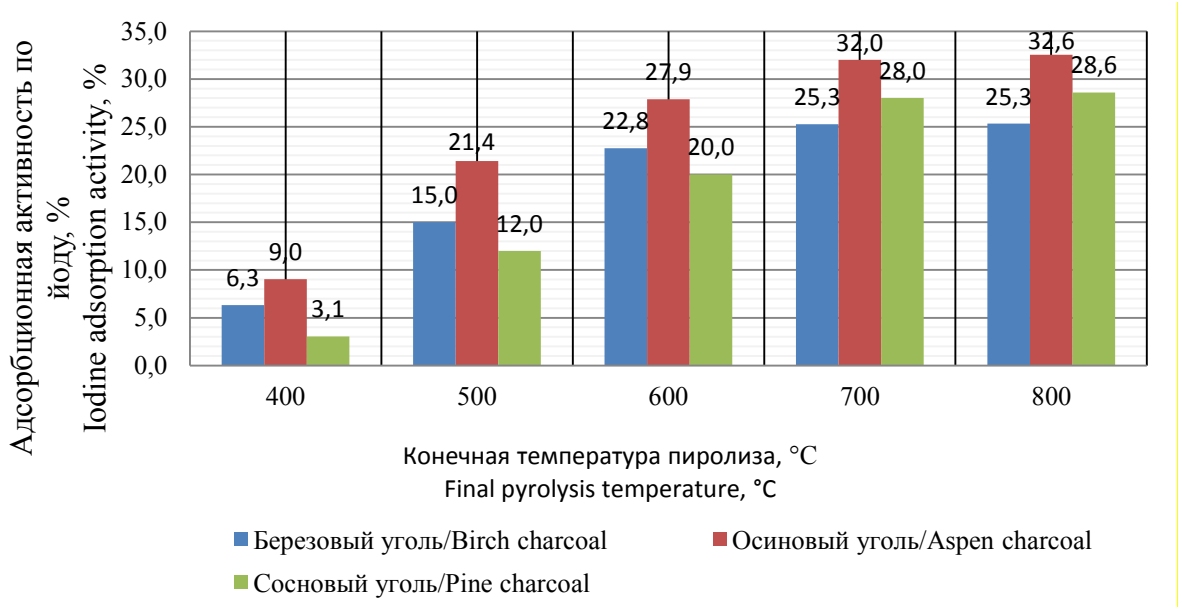


Рис. 3. Зависимость адсорбционной активности ДУ по йоду от конечной температуры пиролиза
Fig. 3. Dependence of the iodine adsorption capacity of charcoal (DU) on the final pyrolysis temperature

Электронный архив УГЛТУ

Следует отметить, что все полученные ДУ характеризуются недостаточной сорбционной активностью по йоду относительно требований к активным дробленым углям. Можно предположить, что формирование первичной пористости при пиролизе в определенной степени будет предопределять последующее ее развитие при активации (Филоненко и др., 2004).

Сравнительная характеристика сорбционных свойств активных углей из березы, осины и сосны

На рис. 4 и 5 представлены зависимости влияния температуры активации на адсорбционные свойства АУ, полученных из березового ДУ при разных температурах пиролиза (400, 600 и 800 °С): АУ (бер, 400), АУ (бер, 600) и АУ (бер, 800) соответственно.

Из рис. 4 видно, что при температуре активации 800 °С заметного влияния на адсорбционную активность по йоду АУ из березы температура пиролиза не оказывает. С ужесточением режима активации адсорбционная активность по йоду березовых АУ увеличивается. При Т = 850 °С наибольший прирост наблюдается для АУ, полученного из ДУ при температуре пиролиза 600 °С. Это связано с тем, что на стадии пиролиза происходит значительное образование низкомолекулярных летучих веществ из лигноуглеводной матрицы, что обеспечивает вскрытие микропор и приводит к резкому увеличению их объема. Увеличение температуры активации до 900 °С для АУ (бер, 600) увеличивает его активность по йоду незначительно, всего на 7 %. В то же время для АУ, полученных из березового ДУ при температуре пиролиза 400 и 800 °С, наблюдается более значительное увеличение активности – на 24 и 29 % соответственно. Пониженные значения активности для АУ на базе ДУ, полученного при сравнительно невысокой температуре пиролиза, связано с тем, что в данных условиях углеродная матрица не успевает сформироваться, что препятствует формированию микропор.

Результаты, представленные на рис. 5, свидетельствуют, что максимальные значения адсорбционной активности по метиленовому синему (ГОСТ 4453–74) для АУ (бер) достигаются при температуре пиролиза 800 °С. Это связано с разрушением аморфной структуры древесного угля, что благоприятно сказывается на формировании как первичной, так и вторичной мезопористой структуры.

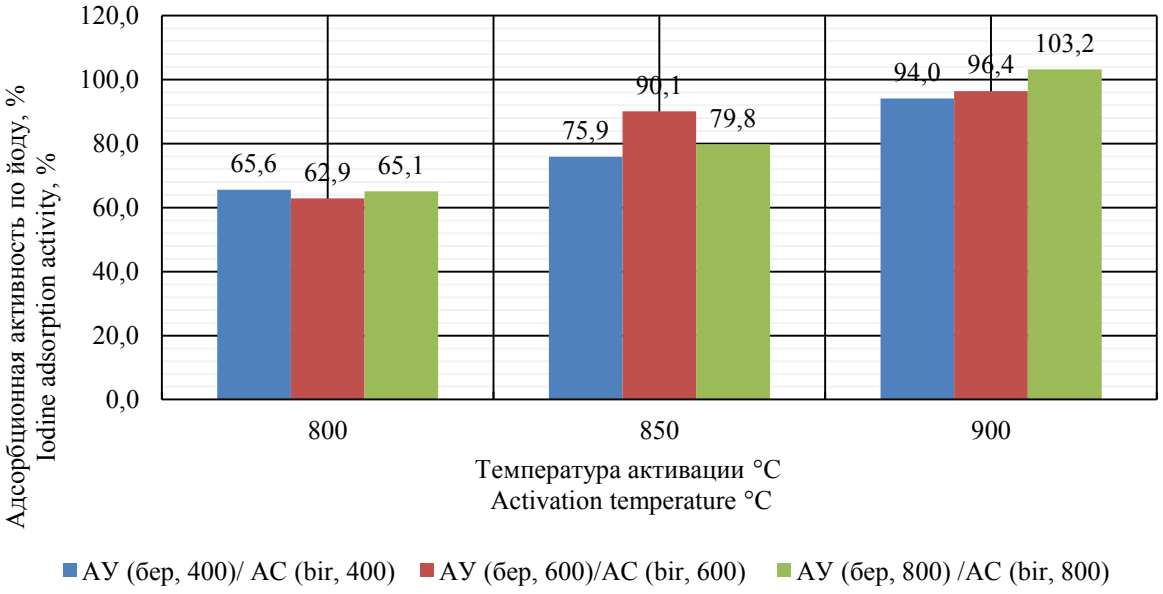


Рис. 4. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по йоду для АУ, полученных из березовых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 4. Effect of activation temperature on the iodine adsorption activity of activated carbons derived from birch charcoal at different pyrolysis temperatures

Электронный архив УГЛТУ

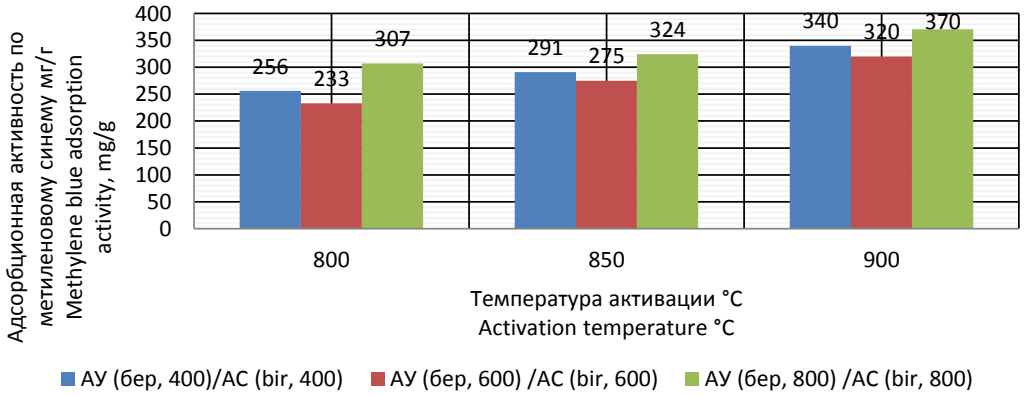


Рис. 5. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по метиленовому синему для АУ, полученных из березовых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 5. Effect of activation temperature on the methylene blue adsorption activity of activated carbons derived from birch charcoal at different pyrolysis temperatures

При температуре пиролиза 600 °С происходят вторичные процессы поликонденсации, которые вызывают формирование более упорядоченной турбостратной структуры угля, которая препятствует развитию мезопор в процессе активации. При использовании низких температур пиролиза (Т = 400 °С) вышеуказанные явления не происходят, что приводит к увеличению сорбционной активности по метиленовому синему в процессе активации по сравнению с таковой у ДУ, полученного при 600 °С.

Результаты зависимости влияния температуры активации на адсорбционные свойства АУ, полученных из осинового ДУ при разных температурах пиролиза, представлены на рис. 6 и 7.

Из рис. 6 видно, что температура пиролиза 400 °С является оптимальной для последующего получения АУ (ос). Данная особенность осины связана с тем, что ее структура более рыхлая и пористая, при использовании высоких температур пиролиза происходит разрушение стенок пор, что позволяет сделать вывод о низкой устойчивости углеродной матрицы осинового угля к воздействию высоких температур. Наибольшая адсорбционная активность по йоду наблюдается у АУ (ос, 400) при температуре активации 900 °С и составляет 102,3 % от массы угля, что связано с максимальным раскрытием микропор древесины осины при данном режиме активации.

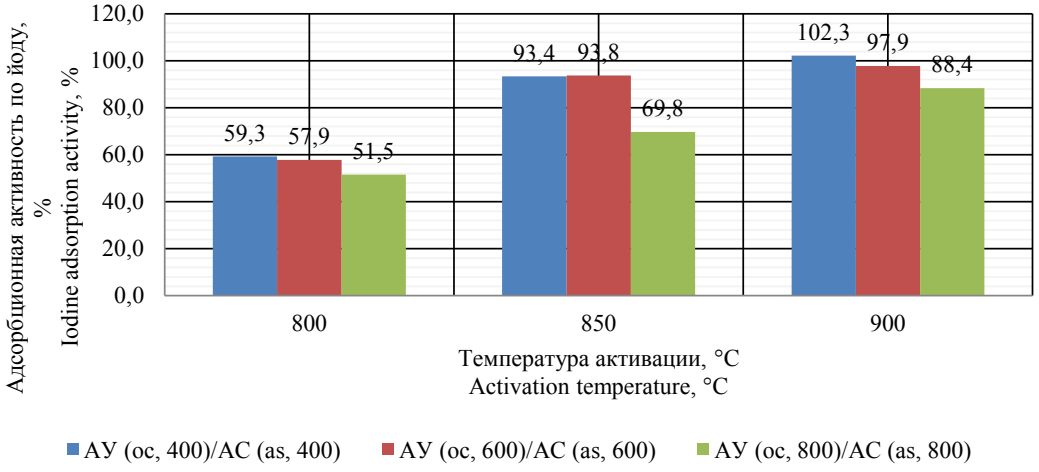


Рис. 6. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по йоду для АУ, полученных из осиновых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 6. Effect of activation temperature on the iodine adsorption activity of activated carbons derived from aspen charcoal at different pyrolysis temperatures

Электронный архив УГЛТУ

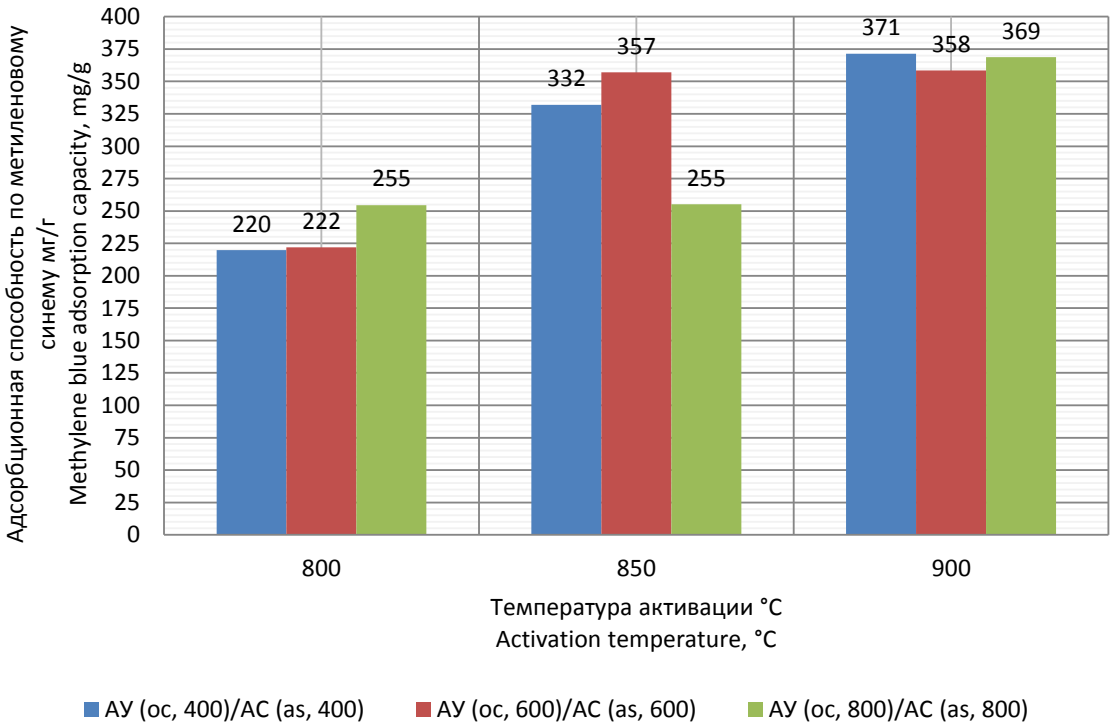


Рис. 7. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по метиленовому синему для АУ, полученных из осиновых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 7. Effect of activation temperature on the methylene blue adsorption activity of activated carbons derived from aspen charcoal at different pyrolysis temperatures

Как видно из рис. 7, наибольшая адсорбционная активность по метиленовому синему для АУ (ос) наблюдается при температуре пиролиза 400 °С, температуре активации 900 °С и составляет 371 мг/г. С ужесточением режима активации происходит разрушение жестких упорядоченных структур и наблюдается образование вторичной мезопористости.

На рис. 8 и 9 представлены зависимости влияния температуры активации на адсорбционные свойства АУ, полученных из сосновых ДУ при разных температурах пиролиза.

Из рис. 8 видно, что при сравнительно мягких условиях активации температура пиролиза заметного влияния на сорбционную активность сосновых АУ по йоду не оказывает.

Наибольшая адсорбционная активность по йоду наблюдается у АУ (с) при температуре пиролиза 800 °С, температуре активации 900 °С и составляет 95,6 % от массы угля, что связано с максимальным раскрытием микропор древесины сосны при данном режиме. В целом сравнительно низкая сорбционная активность АУ (с) меньше АУ (бер) и АУ (ос), что связано со структурой исходной древесины.

При температуре пиролиза 600 °С в связи с особенностью строения хвойных пород древесины разрушается аморфная структура угля, что благоприятно сказывается на формировании первичной и вторичной мезопористой структуры, при максимальных режимах активации наблюдается максимальная адсорбционная активность по метиленовому синему: 343 мг/г.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать некоторые обобщения относительно сорбционных свойств АУ из разных пород древесины в процессе пиролиза и активации, что показано в табл. 2 и 3.

Из табл. 2 следует, что более высокой сорбционной активностью по йоду обладает АУ (бер, 800) и АУ (ос, 400).

Из данных табл. 3 можно сделать вывод, что наибольшей сорбционной активностью по метиленовому синему обладают АУ (бер, 800) и АУ (ос, 400).

Электронный архив УГЛТУ

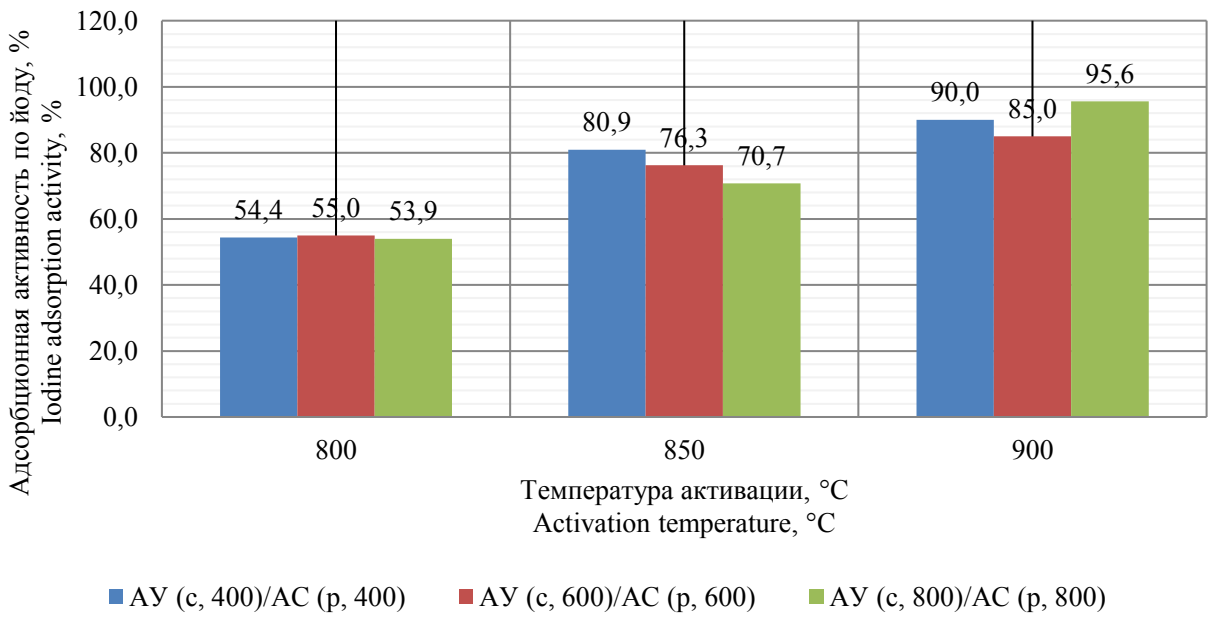


Рис. 8. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по йоду для АУ, полученных из сосновых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 8. Effect of activation temperature on the iodine adsorption activity of activated carbons derived from pine charcoal at different pyrolysis temperatures

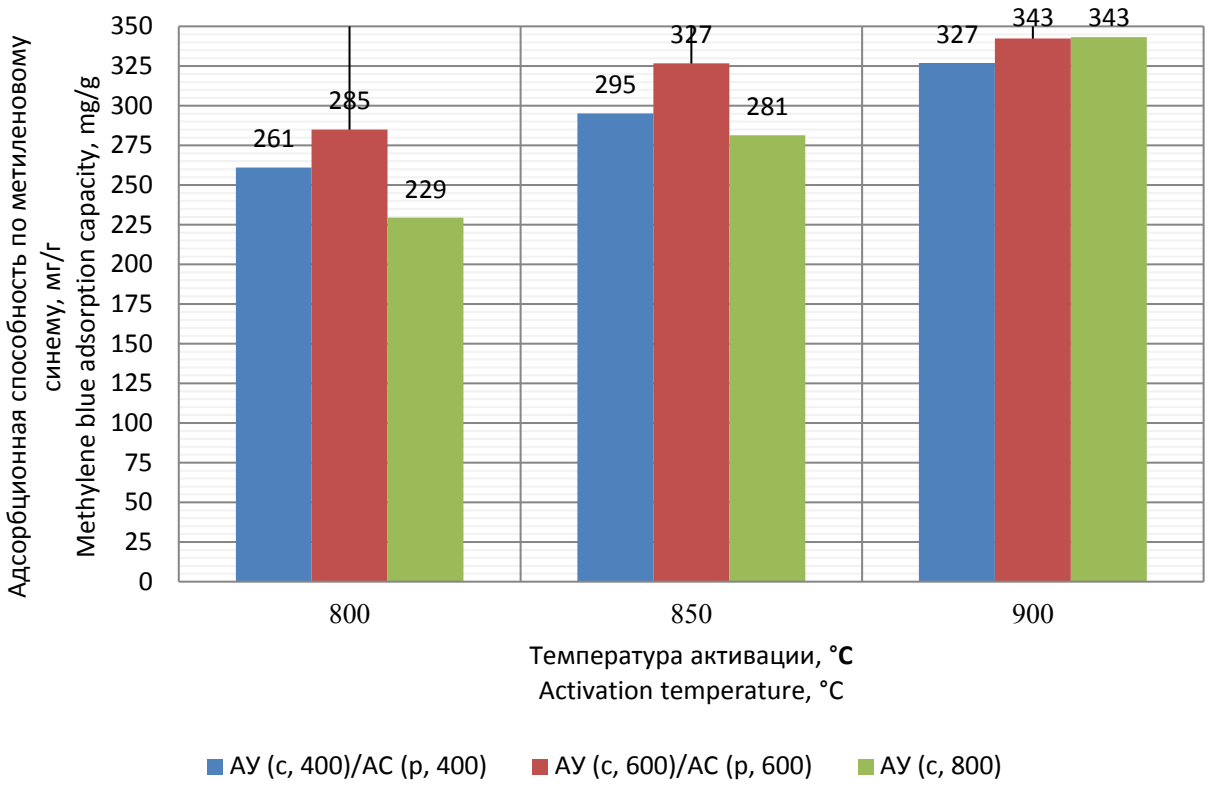


Рис. 9. Зависимость влияния температуры активации на адсорбционную активность по метиленовому синему для АУ, полученных из сосновых ДУ при разных температурах пиролиза
Fig. 9. Effect of activation temperature on the methylene blue adsorption activity of activated carbons derived from pine charcoal at different pyrolysis temperatures

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2
Table 2

Рекомендуемые режимы обработки для получения активных углей, применяемых для сорбции низкомолекулярных соединений
Recommended treatment modes for the production of activated carbons used for sorption of low molecular weight compounds

Параметры Parameter	Порода древесины Wood species		
	Береза/ Birch	Осина/Aspen	Сосна/Pine
Температура пиролиза, °С Pyrolysis temperature, °С	800	400	800
Температура активации, °С Activation temperature, °С	900	900	900
Продолжительность активации, мин Activation duration, min	100	100	100
Удельный расход пара, кг/кг ДУ Specific steam consumption, kg/kg of charcoal	1,8	1,8	1,8
Адсорбционная активность по йоду, % Iodine adsorption activity, %	103,2	102,3	95,6

Таблица 3
Table 3

Рекомендуемые режимы обработки для получения активных углей, применяемых для сорбции соединений со сравнительно высокой молекулярной массой
Recommended treatment modes for the production of activated carbons used for sorption of compounds with relatively high molecular weight

Параметры Parameter	Порода древесины Wood species		
	Береза/ Birch	Осина/Aspen	Сосна/Pine
Температура пиролиза, °С Pyrolysis temperature, °С	800	400	600
Температура активации, °С Activation temperature, °С	900	900	900
Продолжительность активации, мин Activation duration, min	80	100	100
Удельный расход пара, кг/кг ДУ Specific steam consumption, kg/kg of charcoal	1,8	1,8	1,8
Адсорбционная активность по метиленовому синему, мг/г Methylene blue adsorption activity, mg/g	370	371	343

Выводы

1. Активные угли, полученные на основе березового, осинового и соснового ДУ с выбранными нами режимами пиролиза и активации соответствуют требованиям ГОСТ 6217 для древесных активных дробленых углей по адсорбционной активности по йоду и ГОСТ 4453 для активных осветляющих углей по метиленовому синему.

2. Наибольшая сорбционная активность по йоду (103,2 %) наблюдается у березового АУ, полученного из ДУ с конечной температурой пиролиза 800°С, и у осинового активного угля (102,3 %), полученного из ДУ с конечной температурой пиролиза 400 °С. В связи с этим для производства АУ, предназначенных для сорбции низкомолекулярных соединений рекомендованы АУ из древесины

Электронный архив УГЛТУ

осины, так как при равных условиях активации для получения осинового АУ достаточно использования более низкой температура пиролиза.

3. Наибольшая сорбционная активность по метиленовому синему наблюдается у АУ (ос, 400) – 371 мг/г и АУ (бер, 800) – 371 мг/г. Для получения АУ с повышенной мезопористостью рекомендована древесина осины, подвергнутая пиролизу при температуре 400 °С, температуре активации 900 °С, продолжительности 100 мин, с удельным расходом пара 1,8 кг/кг ДУ.

4. Максимальные значения адсорбционной активности по йоду имеет АУ (с, 800) – 95,6 % и по метиленовому синему АУ (с, 600) – 343 мг/г. Несмотря на пониженные значения сорбционной активности, по сравнению с аналогичным продуктом на основе березы и осины использование в качестве сырья древесины сосны возможно при переработке крупнокусковых отходов со сравнительно низкой стоимостью.

5. Активные угли, полученные из древесины осины, имеют более открытую пористую структуру, что влияет на сравнительно высокие адсорбционные свойства как по йоду, так и по метиленовому синему. Сравнительно низкая механическая прочность и повышенная зольность ограничивают области применения осинового угля. По нашему мнению, перспективы получения и использования осинового угля связаны с достаточно высокой скоростью роста и способностью быстрее других пород занимать места после вырубки, что снижает себестоимость сырья. Основные места произрастания осины довольно близко расположены к наиболее заселенным территориям, что заметно снижает логистические расходы.

Список источников

Авдюкова О. Д. Древесный уголь: производство и применение в пищевой промышленности // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2024а. № 66. С. 322–325.

Авдюкова О. Д. Способы получения адсорбентов из древесины // Вестник молодого ученого БГИТУ : сб. ст., посвящ. 95-летию университета. Брянск, 2024б. С. 9–11.

Авдюкова О. Д., *Юрьев Ю. Л.*, *Дроздова Н. А.* Некоторые особенности применения осинового угля // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : мат. XX Всерос. (нац.) науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2024. С. 540–543.

Гаврилова Н. Н., *Назаров В. В.* Анализ пористой структуры на основе адсорбционных данных : учеб. пособие. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. 132 с.

Гиндулин И. К., *Свиридов А. В.* Основы исследования процессов адсорбции и адсорбционных материалов : учеб.-метод. пособие. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 72 с.

ГОСТ 4453–74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1976. 23 с.

ГОСТ 6217–74. Уголь древесный активный дробленый. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1974. 8 с.

Кинле Х., *Бадер Э.* Активные угли и их промышленное применение. Л. : Химия, 1984. 216 с.

Филоненко Ю. Я., *Глазунова И. В.*, *Бондаренко А. В.* Адсорбция: теоретические основы, адсорбенты, адсорбционные технологии / под общ. ред. Ю. Я. Филоненко. Липецк : ЛЭГИ, 2004. 103 с.

Юрьев Ю. Л., *Гиндулин И. К.*, *Дроздова Н. А.* Варианты переработки низкосортной древесины на углеродные материалы // Лесной журнал. 2017. № 5. С. 139–149.

References

Avdyukova O. D. Charcoal: Production and Application in the Food Industry // Actual Problems of the Forestry Complex. 2024a. № 66. P. 322–325. (In Russ)

Электронный архив УГЛТУ

Avdyukova O. D. Methods of Obtaining Adsorbents from Wood // Bulletin of the Young Scientist of BGITU : Collection of Articles Dedicated to the 95th Anniversary of the University. Bryansk, 2024б. P. 9–11. (In Russ.)

Avdyukova O. D., *Yuriev Yu. L.*, *Drozdova N. A.* Some Features of the Application of Aspen Charcoal // Scientific Creativity of Young People for the Russian Forestry Complex : Materials of the 20th All-Russian (National) Scientific and Technical Conference. Yekaterinburg, 2024. P. 540–543. (In Russ)

Filonenko Yu. Ya., *Glazunova I. V.*, *Bondarenko A. V.* Adsorption: Theoretical Foundations, Adsorbents, Adsorption Technologies / under the general editorship of Yu. Ya. Filonenko. Lipetsk : LEGI, 2004. 103 p.

Gavrilova N. N., *Nazarov V. V.* Analysis of the Porous Structure Based on Adsorption Data : Textbook. Moscow : D. I. Mendeleev Russian Chemical Technological University, 2015. 132 p.

Gindulin I. K., *Sviridov A. V.* Fundamentals of Research on Adsorption Processes and Adsorption Materials : Educational and Methodological Guide, Yekaterinburg : UGLTU, 2022. 72 p.

GOST 4453–74. Active lightening powdered wood charcoal. Technical conditions. Moscow : Publishing House of Standards. 1976. 23 p. (In Russ)

GOST 6217–74. Active crushed wood charcoal. Technical conditions. Moscow : Publishing House of Standards. 1976. 23 p. (In Russ)

Kinle X., *Bader E.* Active Charcoal and Its Industrial. Leningrad : Chemistry, 1984. 216 p.

Yuriev Yu. L., *Gindulin I. K.*, *Drozdova N. A.* Options for processing low-grade wood into carbon materials // Lesn. zhurn. 2017. № 5. P. 139–149. (In Russ)

Информация об авторах

Юрий Леонидович Юрьев – профессор;
yurievyul@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0002-1187-7401
Ильдар Касимович Гиндулин – кандидат технических наук;
gindulinik@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-3249-3228
Татьяна Михайловна Панова – кандидат технических наук;
panovatm@m.usfeu.ru, *http://orcid.org/0000-0001-82290-3606*
Оксана Дмитриевна Авдюкова – аспирант;
avdyukovaod@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-0742-3455
Татьяна Валерьевна Штеба – доцент, кандидат технических наук
shtebatv@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2243-290X

Information about the authors

Yuri L. Yuriev – Grand PhD;
yurievyul@m.usfeu.ru, https://orcid.org/0000-0002-1187-7401
Ildar K. Gindulin – Candidate of Technical Sciences;
gindulinik@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0003-3249-3228
Tatyana M. Panova – Candidate of Technical Sciences;
panovatm@m.usfeu.ru, http://orcid.org/0000-0001-82290-3606
Oksana D. Avdyukova – Graduate student;
avdyukovaod@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-0742-3455
Tatyana V. Shteba – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
shtebatv@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2243-290X

Статья поступила в редакцию 07.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 07.04.2025; accepted for publication 07.05.2025.

Электронный архив УГЛТУ

НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ ДРУЖИНИН

К 80-летию со дня рождения основателя научно-педагогической школы лесоводов в Вологодской области

Nikolay Andreevich Druzhinin

On the 80th anniversary of the birth of the founder of the scientific and pedagogical school of foresters in the Vologda region

22 сентября 2025 г. исполняется 80 лет со дня рождения известного ученого лесовода и гидролесомелиоратора Н. А. Дружинина. Николай Андреевич родился в деревне Малый Ут Ачитского района Свердловской области.

В 1973 г. успешно закончил Уральский лесотехнический институт (ныне ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет») по специальности «Лесное хозяйство». Уже обучаясь в институте, он проявил склонность к научным исследованиям по проблеме гидролесомелиорации, что позволило ему поступить в аспирантуру и в 1978 г. успешно защитить диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук «Влияние режима почвенно-грунтовых вод на производительность сосновых насаждений на торфяных почвах в условиях Среднего Урала».

После защиты диссертации Н. А. Дружинин работал на Пермской лесной опытной станции по тематике гидролесомелиорации, а в 1981 г. приглашен в Вологодскую научно-исследовательскую группу при Архангельском институте леса и лесохимии. Указанная группа в 1983 г. преобразована в Вологодскую региональную лабораторию, которую Николай Андреевич возглавлял с 1989 по 2017 гг. Его руководство пришлось на тяжелые для всей лесной науки годы. Несмотря ни на что, лаборатория успешно выполняла поставленные задачи по вопросам ведения лесного хозяйства

Электронный архив УГЛТУ

на осушаемых землях и лесопользования в рамках государственных заданий. Н. А. Дружинин – эксперт в области гидролесомелиорации и ведения лесного хозяйства на осушаемых землях; эксплуатации, содержания, ремонта и реконструкции гидролесомелиоративных систем; комплексного лесопользования. В 2006 г. им успешно была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Лесоводственно-экологическое обоснование ведения лесного хозяйства в осушенных лесах».

Николай Андреевич являлся одним из инициаторов и принимал непосредственное участие в открытии в 1996 г. на базе агрономического факультета Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии им. Н. В. Верещагина востребованной в регионе специальности «Лесное хозяйство» с целью обеспечения кадрами высшей квалификации предприятий лесного комплекса региона. В 1997 г. произведен первый набор студентов по очной и заочной формам обучения. В 1998 г. организована кафедра лесного хозяйства, а факультет получил название «Агрономии и лесного хозяйства». Н. А. Дружинин работал на кафедре лесного хозяйства с 1999 по 2007 гг. в качестве доцента, а с 2007 по 2023 гг. – профессора. В 2012 г. ему присвоено ученое звание профессора по кафедре лесного хозяйства. Основные преподаваемые дисциплины – «Лесоведение», «Лесоводство», «Лесная пирология».

Под руководством Н. А. Дружинина на территории Вологодской области создана целая серия уникальных стационарных опытных, опытно-производственных и производственных объектов по проблемам гидролесомелиорации и оптимизации лесопользования. Среди них можно выделить стационары:

– «За Пельшмой» (на части болотного массива «Пельшемское»), «Разрыв», «Дор», «Кузнецово» (на Рабангско-Доровском болотном массиве), «Развилка» – в Сокольском муниципальном округе;

– «Лукино», «Шогда» – в Бабаевском муниципальном округе;

– «Аламбаш» – в Харовском и «Митенское» – в Усть-Кубинском муниципальных округах Вологодской области.

Отдельно стоит выделить производственный полигон по многоцелевому воспроизводству лесов (92 га) в Тотемском муниципальном округе и учебно-производственный полигон (более 1300 га) в Бабаевском муниципальном округе, созданные в рамках пилотных проектов по внедрению интенсивной модели использования и воспроизводства лесов. В настоящее время на лесных участках проводится апробация перспективных инновационных авторских технологий по организации и ведению лесного хозяйства на землях лесного фонда различного целевого назначения.

Николая Андреевича отличает разноплановость направлений научных исследований, творческий подход к делу, стремление внедрить полученные результаты в производство, а также передать накопленный опыт и знания молодому поколению. Под его руководством защитили выпускные квалификационные работы сотни специалистов, бакалавров и магистров. Пять учеников защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, а Л. В. Зарубина при его научном консультировании – доктора сельскохозяйственных наук. Со своими учениками он по-отцовски строг и справедлив, что помогло им сформировать научные взгляды и достигнуть поставленных целей.

Под его руководством и при непосредственном участии подготовлено 19 методических и практических рекомендаций и руководств, используемых производством. Кроме того, им опубликованы десятки монографий и статей в ведущих научных журналах. Он активно участвовал в работе научных и научно-производственных совещаний и конференций различного уровня. Является пропагандистом бережного отношения к природе.

Свою научную деятельность Николай Андреевич сочетал с активной общественной работой. Он принимал участие в научной жизни региона: долгие годы являлся членом диссертационного совета при Северном (Арктическом) федеральном университете (САФУ), экспертной комиссии при Департаменте лесного комплекса Вологодской области, экологического научно-технического совета и экологической комиссии при правительстве Вологодской области.

Электронный архив УГЛТУ

За подготовку высококвалифицированных специалистов и вклад в развитие наук о лесе Н. А. Дружинин награжден Почетной грамотой Департамента сельского хозяйства, продовольственных ресурсов и торговли Вологодской области (2005); Почетной грамотой Департамента лесного комплекса Вологодской области (2011); Благодарностью министра сельского хозяйства Российской Федерации (2015); ведомственным знаком отличия «За сбережение и приумножение лесных богатств России» (2019); Благодарственным письмом Департамента экономического развития Вологодской области (2020); Почетной грамотой Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2021).

Н. А. Дружинин прекрасный человек и семьянин. Особенно отрадно, что его дело, помимо многочисленных учеников, продолжил сын Федор Николаевич Дружинин, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заслуженный лесовод России. Последнее является наглядным свидетельством того, что научно-педагогическая школа лесоводов в Вологодской области продолжит свою работу на благо Родины.

От имени и по поручению лесоводов Урала, преподавателей и обучающихся в Уральском государственном лесотехническом университете, поздравляя Николая Андреевича с 80-летием, хочется от всей души пожелать ему и его близким крепкого здоровья, новых талантливых благодарных учеников и всего самого-самого доброго.

Заведующий кафедрой лесоводства
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
д-р с.-х. наук, профессор,
заслуженный лесовод России С. В. Залесов

Электронный архив УГЛТУ